

ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

4(48) 2019



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

4(48)

2019

СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Издаётся с
января 2008 года

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ISSN 2520-2227

Учредитель и издатель:
Таджикский технический
университет имени академика
М.С. Осими
(ТТУ им. акад. М.С.Осими)
Научное направление
периодического издания:
05.14.00 Энергетика;
05.16.00 Металлургия и
материаловедение;
05.17.00 Химическая
технология;
05.22.00 Транспорт;
05.23.00 Строительство и
архитектура.

Свидетельство о регистрации
организаций, имеющих право
печати, в Министерстве культуры
РТ № 0261/ЖР от 18 января 2017 г.
Периодичность издания -
ежеквартально
Подписной индекс в каталоге
«Почтаи точик» - 77762

Журнал включен в РИНЦ
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828

Договор с Научно-электронной
библиотекой №05-08/09-1 о
включении журнала в Российский
индекс научного цитирования

Полнотекстовый вариант журнала
размещен в сайте <http://vp-es.ttu.tj/>
Адрес редакции:
734042, г. Душанбе, проспект
акад. Ражабовых, 10А
Тел.: (+992 37) 227-01-59
Факс: (+992 37) 221-71-35
E-mail: nistt1@mail.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Х.О. ОДИНАЗОДА,
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор, главный редактор
М.А. АБДУЛЛОЕВ,
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора
А.Дж. РАХМОНЗОДА,
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора
А.Б. БАДАЛОВ,
член-корр. АН РТ, доктор химических наук, профессор
И.Н. ГАНИЕВ,
академик АН РТ, доктор химических наук, профессор
А. Г. ГИЯСОВ,
доктор технических наук, профессор
Р.А. ДАВЛАТШОЕВ,
кандидат технических наук, доцент
Т.Дж. ДЖУРАЕВ,
доктор технических наук, профессор
Л.С. КАСОБОВ,
кандидат технических наук, доцент
Т.Ы. МАТКЕРИМОВ,
доктор технических наук, профессор (Кыргызская Республика)
Р.С. МУКИМОВ,
доктор архитектуры, профессор
Д.Н. НИЗОМОВ,
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор
А.И. СИДОРОВ,
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)
В.В. СИЛЬЯНОВ,
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)
А.Г. ФИШОВ,
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)
М.М. ХАКДОД,
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор
А.Ш. ШАРИФОВ,
доктор технических наук, профессор
Д.Х. САИДОВ,
доктор технических наук, профессор
А. АКБАРОВ,
доктор архитектуры, профессор
А. РУЗИЕВ,
кандидат технических наук
М.Ю. ЮНУСОВ,
кандидат технических наук

Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при РТ.

МУНДАРИЧА

ЭНЕРГЕТИКА

- А.Д. Ахророва, А.А. Бобоев.* Системаи сарфачӯи энергия дар таъмини аҳолии шаҳри Душанбе бо оби гарм 10
- А.И. Сидоров, И.Ф. Суворов, С.Ш. Таваров, Г.Х. Маҷидов.* Осебият дар шабакаҳои электрикии шаҳрии ш. Душанбе 14
- А.Ш. Маҷидов.* Амсиласозии раванди худ ба худ бақордароии муҳаррикҳои асинхронии эҳтиёҷи худдӣи нерӯгоҳҳои ҳароратӣ 17
- Б.Н. Шарифов.* Равандҳои гузариши электромагнитӣ дар системаи идоракунии бузургҳои баромади нерӯгоҳи барқии офтобӣ 26
- М.Д. Додхудоев.* Аломатҳои муқоисавии хатарнокии дастгоҳҳои электрикии басомадҳои ҷараёнаш гуногун 32
- Н.М. Зайцева.* Иҷрои нармафзори муайянкунии дараҷаи бехатарии электрикии маҷмуаҳои электротехникӣ аз истифодаи fuzzy logic 37
- Н.Х. Табаров.* Таҳлили ҳодисаҳои нохуш дар шабакаҳои барқи 0,4 – 35кВ Ҷумҳурии Тоҷикистон 42
- Х.С. Сангов, Ф.О. Исмоилов, С.Р. Чоршанбиев, Ф.Д. Маҳмадҷонов.* Системаи автоматикии танзими шиддат бо генератори асинхронӣ барои манбаъҳои барқароршавандаи энергия 48
- Ш.С. Маҳмадов, Р.Ҳ. Диёров, Ш.М. Султонов, М.М. Камолов.* Моделсозии системаи идоракунии гидротурбинаи НБО-и хурд 56

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

- И.Ш. Идиев, И.Н. Ғаниев, М.Т. Норова, С.Ҷ. Алихонова.* Оксидшавии баландҳароратии ҳӯлаи ЦАМг4,5-2, ки бо скандий ҷавҳаронида шудааст дар ҳолати сахт 60
- М.Ҳ. Саидов, Х.М. Хоҷаназаров, Ф.А. Саидҷафаров.* Роҳҳои баланд бардоштани мустаҳкамии пайвасти рӯйпӯш бо асос 65
- О.У. Расулов, Ш.Б. Назаров, Ф.Б. Зоиров, Ф.А. Халифаев.* Мониторинг, арзёбии муқоисавӣ ва муайян кардани симоб дар минтақаҳои истеҳсолии алюминий ва хокҳои бо лойи сурх ифлосшуда 67

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ

- Л. Солиев, М.Т. Жумаев, Н.З. Ноибова, Ш. Турсунбадалов.* Сохтори комплекси фазагии системаи $Na, Ca||CO_2, HCO_3-H_2O$ дар ҳароратҳои 75 ва 100°C 74

НАҚЛИЁТ

- М.А. Сулейманова, М.Э. Саидов.* Тадбирҳои барои таъмини бехатарӣ аз сӯхтор ва эътимоднокии экологии нақбҳои автомобилгард 78
- Р.М. Бабаев.* Таҳлили дастовардҳои амалӣ ва таҳқиқоти илмӣ оид ба ташкили интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин 82
- А.А., Ҷамалов, М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Маҷитов, Ҳ.Б. Ҳусейнов.* Таъсири омилҳои истифодабарӣ ба захронокии газҳои коркардшудаи воситаҳои нақлиёти автомобилӣ 90
- Ф.М. Юнусов, П.Д. Хоҷаев.* Пешгӯии параметрҳои тавсифдиҳандаи ташкили шакл ва тарзҳои нави интиқол дар ВМКБ 95
- Н.Б. Саҳибов.* Хусусиятҳои истифодабарии рағфани муҳаррикҳои дарунсӯз 101
- Р.С. Саломзода, Т.У. Самадов.* Таҳлили ҳолати нигоҳдорӣ роҳҳо ва кӯчаю хиёбонҳои шаҳри Душанбе ва таъсири он ба ҳаракати воситаҳои нақлиёт 104
- Ф.М. Юнусов, П.Д. Хоҷаев, А.А. Раҷабов.* Самтҳои рушди шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар ВМКБ Ҷумҳурии Тоҷикистон 109

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ

| | |
|---|------------|
| <i>А.А. Акрамов, П. Аминзода.</i> Масъалаи баинобатгирии чандирии пуркунандаи хиштии синци оҳанубетонӣ дар ҳисоби зилзилатобоварӣ | 116 |
| <i>А.А. Ҳоҷибоев, И. Қаландарбеков, Д.Ҷ. Исвалиевч.</i> Таҳқиқоти қатшавии тахтасангҳо бо усули деформатсияҳои чамъкардашуда | 120 |
| <i>А.А. Ҳоҷибоев, У.М. Маҳмадиев, И.Ш. Аиуоров.</i> Омӯзиши назариявӣ ва таҷрибавии болори филизӣ ҳангоми қатшавии тоза | 124 |
| <i>А.Р. Фазилов, Д.С. Хайров.</i> Коэффитсиентҳои гузариши ларзишҳои садой аз пайвандҳои конструксияи биноҳо | 129 |
| <i>Д.Н. Низомов, О.А. Ҳоҷибоев, А.А. Ҳоҷибоев.</i> Моделкунонии ҳамдигартаъсирии сарбанди ғайриҷакинса бо нимҳамвории сӯрохидошта | 132 |
| <i>И.В. Ғиясова.</i> Таҳлили гармимуҳофизии биноҳои шахрвандии шахрҳои муосир | 136 |
| <i>М.М. Почцов, П.С. Хуҷаев.</i> Афзункунии хусусиятҳои гармимуҳофизии конструксияҳои берунаи биноҳои истиқоматии деҳот | 140 |
| <i>О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова.</i> Кам кардани талафоти об дар системаи обтаъминкунии шахр | 144 |
| <i>С.Р. Муқимова, Р.Қ. Муҳиддинова.</i> Меъморию ландшафт дар таъсиси шахрҳои Тоҷикистон | 147 |
| <i>Ф.Н. Ҳасанов, Н.Қ. Файзуллозода.</i> Алоқамандии таъйиноти гурӯҳҳои асосии ҳучраҳои макотиби шабонарӯзии махсус барои кӯдакони маъюб | 153 |

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

| | |
|---|----|
| <i>А.Д. Ахророва, А.А. Бобоев.</i> Энергоэффективность системы горячего водоснабжения населения города Душанбе | 10 |
| <i>А.И. Сидоров, И.Ф. Суворов, С.Ш. Таваров, Г.Х. Маджидов.</i> Повреждаемость в городских электрических сетях г. Душанбе | 14 |
| <i>А.Ш. Маджидов.</i> Моделирование процесса самозапуска асинхронных электродвигателей собственных нужд тепловых электростанций | 17 |
| <i>Б.Н. Шарифов.</i> Электромагнитные переходные процессы в системе управления выходными параметрами солнечной электростанции | 26 |
| <i>М.Д. Додхудоев.</i> Критерий сравнительной опасности электроустановок различной частоты | 32 |
| <i>Н.М. Зайцева.</i> Программная реализация определения уровня электробезопасности электротехнических комплексов с использованием нечеткой логики | 39 |
| <i>Н.Х. Табаров.</i> Анализ несчастных случаев в электрических сетях 0,4-35 кВ Республики Таджикистан | 42 |
| <i>Х.С. Сангов, Ф.О. Исмоилов, С.Р. Чоршанбиев, Ф.Д. Махмадджонов.</i> Система автоматического регулирования напряжения асинхронным генератором для возобновляемых источников энергии | 48 |
| <i>Ш.С. Махмадов, Р.Х. Диёров, Ш.М. Султонов, М.М. Камолов.</i> Моделирование системы регулирования гидротурбины для МГЭС | 56 |

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>И.Ш. Идиев, И.Н. Ганиев, М.Т. Норова, С.Дж. Алихонова.</i> Высокотемпературное окисление цинкового сплава ЦАМг4,5-2, легированного скандием, в твердом состоянии | 60 |
| <i>М.Х. Саидов, Х.М. Ходжаназаров, Ф.А. Саиджафаров.</i> Пути повышения прочности сцепления покрытий с подложкой | 65 |
| <i>О.У. Расулов, Ш.Б. Назаров, Ф.Б. Зоиров, Ф.А. Халифаев.</i> Мониторинг, сравнительная оценка и определение ртути в промышленных зонах алюминиевого производства и почвах, загрязненной красным шламом | 67 |

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

| | |
|--|----|
| <i>Л. Солиев, М.Т. Жумаев, Н.З. Ноибова, Ш. Турсунбадалов.</i> Строение фазового комплекса системы Na ₂ Ca CO ₃ ,HCO ₃ -H ₂ O при 75 и 100 °С | 74 |
|--|----|

ТРАНСПОРТ

| | |
|---|-----|
| <i>М.А. Сулейманова, М.Э. Саидов.</i> Мероприятия по обеспечению экологической надежности и пожарной безопасности автодорожных тоннелей | 78 |
| <i>Р.М. Бабаев.</i> Анализ практических достижений и научных исследований по организации транспортировки крупногабаритных и тяжеловесных грузов | 82 |
| <i>А.А., Джамалов, М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов, Х.Б. Хусейнов.</i> Влияние эксплуатационных факторов на токсичность отработавших газов автотранспортных средств | 90 |
| <i>Ф.М. Юнусов, П.Д. Ходжаев.</i> Прогнозирование параметров, характеризующих организации новых форм и способов перевозок в ГБАО | 95 |
| <i>Н.Б. Сахибов.</i> Особенности эксплуатационных свойств моторных масел | 101 |
| <i>Р.С. Саломзода, Т.У. Самадов.</i> Анализ состояния содержания дорог, улиц и проспектов города Душанбе и его влияние на движение транспортных средств | 104 |
| <i>Ф.М. Юнусов, П.Д. Ходжаев А.А. Раджабов.</i> Направление развития новых форм и способов организации перевозок в ГБАО Республики Таджикистан | 109 |

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

| | |
|---|------------|
| <i>А.А. Акрамов, П. Аминзода.</i> К вопросу учета жесткостикирпичного заполнения железобетонного каркаса в расчетах на сейсмостойкость | 116 |
| <i>А.А. Ходжибоев, И. Каландарбеков, Д.Дж. Исвалиев.</i> Исследование изгиба плит методом сосредоточенных деформаций | 120 |
| <i>А.А. Ходжибоев, У.М. Махмадиев, И.Ш. Ашууров.</i> Теоретическое и экспериментальное исследование металлической балки при чистом изгибе | 124 |
| <i>А.Р. Фазилов, Д.С. Хайров.</i> Коэффициенты передачи звуковых вибраций через стыки конструкций зданий | 129 |
| <i>Д.Н. Низомов, О.А. Ходжибоев, А.А. Ходжибоев.</i> Моделирование взаимодействия неоднородной плотины с полуплоскостью, ослабленная отверстием | 132 |
| <i>И.В. Гиясова.</i> Анализ теплоизоляции гражданских зданий современных городов | 136 |
| <i>М.М. Поччоев, П.С. Хужаев.</i> Анализ теплозащитных свойств наружных ограждений сельских жилых зданий | 140 |
| <i>О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова.</i> Уменьшение потерь воды в городских системах водоснабжения | 144 |
| <i>С.Р. Мукимова, Р.К. Мухиддинова.</i> Природно-климатические условия, определяющие архитектурно-ландшафтную организацию городов Таджикистана | 147 |
| <i>Ф.Н. Хасанов, Н.К. Файзуллозода.</i> Функциональная взаимосвязь основных групп помещений спецшкол-интернатов для детей-инвалидов | 153 |

CONTENS

ENERGY

| | |
|--|----|
| <i>A. D. Ahrorova, A. A. Boboev.</i> Energy efficiency of the hot water supply system in the Dushanbe city | 10 |
| <i>A. I. Sidorov, I. F. Suvorov, S. Sh. Tavarov, G. Kh. Majidov.</i> Damage in urban electrical networks of Dushanbe city | 14 |
| <i>A. Sh. Madjidov.</i> Simulation of self-starting process of asynchronous electric motors for own needs of thermal power plants | 17 |
| <i>B. N. Sharifov.</i> Electromagnetic transients in the system of control of output parameters of a solar power plant | 26 |
| <i>M. D. Dodkhudoev.</i> Comparative hazard criterion for electrical installations different frequency | 32 |
| <i>N. M. Zaytseva.</i> Software implementation of determining the level of electrical safety of electrical complexes using fuzzy logic | 37 |
| <i>N. H. Tabarov.</i> Analysis of accidents in electrical networks 0.4-35 kv of the Republic of Tajikistan | 42 |
| <i>Kh. S. Sangov, F. O. Ismoilov, S. R. Chorshanbiev, F. D. Mahmadjonov.</i> System of automatic voltage regulation induction generator for renewable energy sources | 48 |
| <i>Sh. S. Makhmadov, R. H. Diyorzoda, Sh. M. Sultonov, M. M. Kamolov.</i> Simulation of control system hydroturbines for SHPP | 56 |

METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING

| | |
|---|----|
| <i>I. Sh. Idiev, I. N. Ganiev, M. T. Norova, S. J. Alikhonova.</i> High temperature oxidation of zamg alloy ZAMg _{4,5-2} , doped by scandium, in solid condition | 60 |
| <i>M. Kh. Saidov, Kh. M. Khojanazarov, F. A. Saidjafarov.</i> Ways to improve grip strength | 65 |
| <i>O. U. Rasulov, Sh. B. Nazarov, F. B. Zoirov, F. A. Khalifaev.</i> Monitoring, comparative assessment and determination of mercury in industrial areas of aluminum production and soils contaminated with red slime | 67 |

CHEMICAL TECHNOLOGY

| | |
|---|----|
| <i>L. Soliev, M. T. Jumaev, N.Z. Noibova, Sh. Tursunbadalov.</i> Structure of the phase complex of the system Na,Ca CO ₃ ,HCO ₃ -H ₂ O AT 75 and 100 0C | 74 |
|---|----|

TRANSPORTATION

| | |
|---|-----|
| <i>M. A. Sulaymanova, M. I. Saidov.</i> Measures for environmental reliability and fire safety of road tunnels | 78 |
| <i>R.M. Boboev.</i> Analysis of practical achievements and scientific researches on the organization of transportation of large and heavy loads | 82 |
| <i>A. A. Dzhamalov, M. Yu. Yunusov, B. Zh. Mazhitov, Kh. B. Huseynov.</i> Influence of operational factors on the toxicity of exhaust gases of motor vehicles | 90 |
| <i>F. M. Yunusov, P. D. Hojaev.</i> Forecasting of parameters characterizing the organization of new forms and methods of transportation in GBAO | 95 |
| <i>N.B. Sahibov.</i> Features of operational properties of motor oils | 101 |
| <i>R. S. Salomzoda, T. U. Samadov.</i> Analysis of the condition of the content of roads, streets and avenue of dushanbe city and its impact on vehicle traffic | 104 |
| <i>F. M. Yunusov, P. D. Hojaev, A. A. Rajabov.</i> Directions for the development of new forms and methods of organizing transportation in gbar of the Republic of Tajikistan | 109 |

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

| | |
|--|------------|
| <i>A. A. Akramov, P. Aminzoda.</i> On the hardness of the brick filling of concrete frame in the calculations for seismic stability | 116 |
| <i>A. A. Khodjiboev, I. Kalandarbekov, D. J. Isvaliyev.</i> Study of plate bending by the method of concentrated deformations | 120 |
| <i>A. A. Khojiboev, U. M. Makhmadiev, I. Sh. Ashurov.</i> Theoretical and experimental study of the metal beam in clean bend | 124 |
| <i>A. R. Fazilov, D. S. Khayrov.</i> Coefficients of transmission of sound vibrations through joints of constructions of buildings | 129 |
| <i>J. N. Nizomov, O. A. Hojiboev, A. A. Hojiboev.</i> Modeling the interaction of a heterogeneous weir with a half-plane, attenuated by the hole | 132 |
| <i>I. V. Giyasova.</i> The analysis of thermal insulation of civil buildings in modern cities | 136 |
| <i>M. M. Pochaev, P. S. Khujaev.</i> Analysis of thermal properties of external fences of rural residential buildings | 140 |
| <i>O. H. Amirzoda, B. Kh. Badavlatova.</i> Reducing water losses in urban water supply systems | 144 |
| <i>S. R. Mukimova, R. Q. Muhiddinova.</i> Natural-climatic conditions determining the architectural-landscape organization of cities of Tajikistan | 147 |
| <i>F. N. Hasanov, N. K. Fayzullozoda.</i> Functional relationships of basic special board interfaces groups for disabled children | 153 |

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ

А. Д. Ахророва, А. А. Бобоев

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Водные ресурсы являются основным природным богатством Таджикистана и важным фактором его устойчивого развития. В настоящей статье рассчитана электроемкость системы горячего водоснабжения для бытовых нужд. Обоснована целесообразность обеспечения населения горячей водой в период отопительного сезона от действующей теплоэлектроцентрали. Определена структура потребления электрической энергии в городе Душанбе.

Ключевые слова: электроемкость, система, водоснабжение, климат, тариф, водонагреватель.

Введение

К числу жизненно важных ресурсов относятся вода, воздух и энергоносители. Вода, обладая рядом уникальных качеств, необходима для развития и поддержания жизни человеческого общества на Земле. Уровень социально-экономического развития того или иного государства определяется обеспеченностью его водными ресурсами и возможностями их использования.

Значительные темпы прироста населения в отдельных регионах мира, потепление климата на планете негативно сказываются на количественных и качественных характеристиках водных ресурсов. В результате в некоторых регионах мира спрос на воду превышает ее предложение. На Земле становится все больше и больше мест, где пресной воды катастрофически не хватает. Для того чтобы получить дополнительное количество воды, бурятся более глубокие скважины, строятся водопроводы, возводятся новые плотины. Человек использует и различные способы опреснения морской воды, чтобы сделать пригодной для питья океаническую воду. Там, где люди испытывают острый дефицит воды, они собирают в цистерны дождевую воду. Пополнение запасов воды таким способом имеет существенные ограничения, поэтому пресные подземные и поверхностные воды являются основными источниками питьевой воды. Кроме того, общество разрабатывает и внедряет инновационные водосберегающие технологии во всех отраслях народного хозяйства.

Несмотря на меры, предпринимаемые ООН и Всемирной организацией здравоохранения, свыше 1 млрд. человек ли-

шены возможности пользоваться безопасной для здоровья водой. При существующих тенденциях демографического роста общемировая водообеспеченность на душу населения к 2025 году сократится более чем на 30%. Между тем общепризнанно, что ни одна страна не может устойчиво развиваться как в экономическом, так и в социальном плане без гарантированного водоснабжения [1]. Республика Таджикистан, несмотря на значительную обеспеченность водными ресурсами, не является исключением.

Проблема доступа к питьевой воде в Республике Таджикистан.

В настоящее время проблема управления использованием водных ресурсов имеет как социально-экономический, так политический аспекты. Водные ресурсы являются основным природным богатством Таджикистана и важным фактором его устойчивого развития. Обеспечение достойного уровня жизни населения страны и стабильности государства зависят от эффективной политики в сфере водных ресурсов. После приобретения политической независимости водные ресурсы страны стали главным фактором защиты национальных интересов, так как ее устойчивое развитие как в настоящее время, так и в перспективе во многом будет определяться вовлечением в хозяйственный оборот гидроэнергетического потенциала. Таджикистан проводит соответствующую научно обоснованную водно-энергетическую политику, включающую механизмы водной и энергетической дипломатии.

Государственная политика Таджикистана в области водных ресурсов является одной из основных частей внутренней и внешней политики республики. По инициативе Таджикистана Организацией Объединенных Наций были приняты резолюции об объявлении 2003 года - Международным годом «Чистой воды», 2005 -2015 годы - Международное десятилетие «Вода для жизни», 2013 год - Международным годом «Водного сотрудничества», 2018-2028 годы Международное десятилетие «Вода для устойчивого развития», которые направлены на улучшение водопользования в мировом масштабе, в том числе и в Таджикистане [2].

На территории Таджикистана формируется около 60% водных ресурсов

Центральной Азии. При этом из общего объема водных ресурсов на сегодняшний день используется всего лишь 17-20% [4].

Большое количество нормативно-правовых актов, включая 15 программ, стратегий и планов действий по обеспечению населения питьевой водой, были разработаны и внедрены на различных этапах, некоторые из которых находятся в процессе реализации. Несмотря на все предпринятые усилия, проблема обеспечения населения страны питьевой водой сохраняет свою актуальность.

В настоящее время только 51,4% населения Таджикистана, что составляет 4,72 млн. человек, имеют доступ к питьевой воде и хорошим санитарным условиям. В городах и поселках только 68% существующей системы снабжения питьевой воды находится в рабочем состоянии. Что касается сельской местности, только 40% существующей инфраструктуры находится в рабочем состоянии, 44% работают не на полную мощность, а 16% находятся в нерабочем состоянии [3].

В условиях Таджикистана можно выделить несколько основных факторов, прямо либо косвенно являющихся причиной недостаточной обеспеченности населения питьевой водой. Основными из этих являются прирост численности населения. Демографический рост является одним из серьезных факторов, влияющих на обеспеченность населения водой. Таджикистан занимает первое место среди стран СНГ по общему уровню рождаемости. Ежегодный прирост населения составляет 2-3%. Естественный рост населения увеличивает спрос на питьевую воду, что в перспективе может стать серьезным барьером в развитии данной отрасли и в целом экономики страны. Если в 1991 году на каждого жителя Таджикистана приходилось 11963 м³ запасов питьевой воды, то в 2015 году данный показатель составил 7711 м³ [3], т.е. уменьшился в 1,5 раза.

Следует отметить особенность взаимосвязи проблем водоснабжения и электроснабжения в Таджикистане. Ситуация в системе водоснабжения влияет на доступ к электрической энергии. Потепление климата, уменьшение осадков, засуха усугубляют дефицит электроэнергии, что, в свою очередь, негативно сказывается на доступе к воде, ограничивает возможности орошения. И, как правило, приоритет отдается электроэнергии, а не водным ресурсам, что связано с соответствующей политикой

ценообразования на электроэнергию. Цены на воду за редким исключением отражают реальные затраты, в связи с чем производители и потребители электроэнергии не заинтересованы в экономии водных ресурсов.

Проблема водоснабжения потребителей в Таджикистане обостряется тем, что в структуре генерирующих мощностей энергетической системы около 95% занимают гидроэлектростанции.

Гидроэнергетика, как крупнейший водопользователь, имеет свои требования к водообеспеченности своих мощностей. При этом следует отметить, что рост увеличения объемов водопотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве сопровождается ростом расходов электрической энергии в системе водоснабжения.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что одним из путей решения этой проблемы является переход на рациональное использование водных ресурсов и применение энергоэффективных технологий в системе водоснабжения.

Современное состояние системы водопотребления ЖКХ города Душанбе.

Наиболее водоемким и, как следствие, электроемким потребителем ЖКХ, являются расход электроэнергии на горячее водоснабжение для бытовых нужд и холодное водоснабжение. В связи с этим вопросы энерго- и водосбережения в ЖКХ характеризуются особой актуальностью.

Экономия электроэнергии в жилищно-коммунальном секторе позволяет не вводить новые дополнительные энергетические мощности, высвобождая средства для инвестирования в инновационные технологии, в модернизацию производства с целью повышения производительности и экологичности.

Энергоэффективные технологии в системе холодного водоснабжения в г. Душанбе и их экономическая эффективность были рассмотрены в предыдущих статьях автора [5]. В данной статье рассматривается расход электроэнергии на горячее водоснабжение для покрытия бытовых нужд населения города Душанбе.

В соответствии с данными ГУП «Душанбеводоканал» по состоянию на конец 2017 г. 185493 домохозяйств по городу Душанбе имеют доступ к системе городского водоснабжения [5]. По имеющимся данным по г. Душанбе использование горячего водоснабжения при наличии соответствующих канализационных условий составляет 82,7%

[6]. Расчеты показывают, что около 153403 домохозяйств в городе пользуются системами автономного (индивидуального) горячего водоснабжения для бытовых нужд. Горячая вода в основном нагревается в накопительных водонагревателях мощностью от 1,5 кВт до 2 кВт в зависимости от объема накопительного водонагревателя. Основная масса населения используют накопительные водонагреватели объемом 50 л и в редких случаях 80 л.

В городе Душанбе 35316 жилых домов, из них 3493 многоэтажные дома, 31823 частный сектор [5]. Коэффициент семейности в городе Душанбе авторами принят равным 5 человек на одно домохозяйство. Согласно действующим градостроительным нормам на территории Республики Таджикистан ГНиП РТ 40-03-2012 «Внутреннее водоснабжение и водоотведение зданий» (приложение 3) суточная норма водопотребления на одного человека по городу составляет 300 л сутки/чел., в том числе 180 л сутки/чел. - это холодная вода, 120 л сутки/чел. - горячая вода. Обследование показало, что, как правило, в квартире, в которой проживают 5 человек, фактически используется 250 л/сутки горячей воды. Одной из причин является платежеспособный спрос. Как было отмечено выше, холодная вода нагревается в накопительных электрических нагревателях, подключенных к системе холодного водоснабжения посредством ТЭН-ов. Для определения расхода электроэнергии для нагрева 50л воды (50 литровый накопитель) воспользуемся формулой для определения продолжительности нагрева:

$$t=0.00116 \cdot V(T_2 - T_1)/W,$$

где: 0,001163 – электрический эквивалент тепловой энергии, Ватт-ч /ккал

V – объем бака, л;

T₂ –температура нагретой (горячей) воды, обычно она составляет 60°C;

T₁ – начальная температура (холодной) воды, °C;

W – электрическая мощность водонагревателя, кВт ;

При принятых исходных данных (T₂ = 60 °C, T₁ = 10 °C, V = 50 л, W = 1,5 кВт.) продолжительность нагрева воды составит 1.93 часа или 115 минут. Расход электроэнергии при этом составит 2,9 кВт·ч. При существующем фактическом расходе горячей воды на бытовые нужды расход электроэнергии на одно домохозяйство составит 14,5 кВт·ч в сутки. Электроемкость

1л воды, нагретой до 50 °C, при мощности водонагревателя 1,5 кВт составляет 0,058 кВт·ч/л. Таким образом, суточный расход электроэнергии для нагрева холодной воды зависит от численности семьи, температуры нагрева воды и от объема бака нагревателя. Результаты расчетов расхода электроэнергии для нагрева воды, используемой на бытовые нужды, и соответственно, ее стоимости для различных вариантов охвата городского населения автономными водонагревательными установками, приведены в таблице 1.

I-100 % охват населения водонагревательными установками мощностью 1,5 кВт, емкостью 50л;

II-50% охват населения водонагревательными установками мощностью 1,5 кВт, емкостью 50л;

50% охват населения водонагревательными установками мощностью 2 кВт, емкостью 80л;

Результаты выполненного исследования показывают, что система горячего водоснабжения для бытовых нужд населения является одним из энергоемких потребителей в структуре жилищно-коммунальной хозяйстве (ЖКХ) города Душанбе. Годовой объем потребления электрической энергии на эти цели составляет 801 - 1041 млн. кВт*ч/в год или 22-28,5 % максимального объема электропотребления ЖКХ города.

Суточный объем потребления электрической энергии населением города Душанбе составляет в среднем около 10 млн. кВт ч [5]. Согласно действующим строительным нормам на территории Республики Таджикистан СНиП 23-01-2007 «Строительная климатология» (табл.1) продолжительность отопительного сезона в городе Душанбе составляет в среднем 110 дней. Если в отопительный сезон население города Душанбе обеспечить горячей водой на бытовые нужды от ТЭЦ, то за период отопительного сезона экономия электрической энергии составит 244,7 – 318,1 млн.кВт·ч. При учете расхода электроэнергии на подачу холодной воды для последующего ее нагрева на бытовые нужды в домохозяйствах экономия электроэнергии возрастает. Сэкономленная электроэнергия может быть использована для развития промышленного сектора, электрифицированного транспорта. Следует отметить, что реализация горячей воды населению в отопительный период позволит также увеличить рентабельность комбинированного способа производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ.

Таблица 1.

Расчет расхода электроэнергии на горячее водоснабжение.

| № | Показатели | | Варианты использования домохозяйствами водонагревательных установок* | | |
|----|---|---------------------|--|--------|---------|
| | | | I | II | |
| 1 | Мощность, кВт | | 1,5 | 1,5 | 2 |
| 2 | Объем водонагревателя, л | | 50 | 50 | 80 |
| 3 | Домохозяйства, использующие нагревательные установки, % от их общего количества | | 100 | 50 | 50 |
| 4 | Число домохозяйств, тыс.ед | | 153,4 | 76,7 | 76,7 |
| 5 | Потребление электроэнергии | тыс. кВт·ч/в сутки | 2224,3 | 1112,2 | 1779,5 |
| 6 | | млн. кВт·ч/ месяц | 66,73 | 33,36 | 53,38 |
| 7 | | млн.кВт·ч/в год | 800,8 | 400,38 | 640,61 |
| 9 | Тариф на электроэнергию. сом/кВт.час | | 0,2266 | 0,2266 | 0,2266 |
| 10 | Стоимость потребленной электроэнергии | тыс. сомони/ сутки | 504,04 | 252,02 | 403,23 |
| 11 | | тыс. сомони / месяц | 15121,09 | 7628,5 | 12096,9 |
| 12 | | млн.сомони/ год | 181,45 | 90,73 | 145,16 |

Выводы

Проблема эффективного использования водных ресурсов во всем мире и в том числе в Таджикистане характеризуется особой актуальностью в связи с темпами прироста населения и потеплением климата на планете. В Таджикистане задачи водоснабжения связаны в определенной степени с производством электрической энергии и последующим ее использованием на подачу воды населению насосными станциями. Жилищно-коммунальное хозяйство города Душанбе является одним из основных потребителей как воды, так и электроэнергии. Это предопределяет необходимость использования системного подхода к решению проблемы эффективного использования воды и электрической энергии населением.

Литература:

1. Ахророва А.Д., Амиджанов Р.М., Доронкин К.А. ЭНЕРГЕТИКА ТАДЖИКИСТАНА: современные тенденции и перспективы устойчивого развития.

Душанбе: Издательство ООО РИА «Статус», 2005, 225 стр.

2. Куватов С. З. «Водная политика Республики Таджикистан в годы Государственной независимости: проблемы и перспективы», ДИССЕРТАЦИЯ на соискание ученой степени кандидата политических наук, Душанбе-2018, 160 стр.

3. URL: <https://cabar.asia> [Электронный ресурс] (Дата обращения 11.10.2019).

4. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. Душанбе-2016, 104 стр.

5. Бобоев А.А. «К вопросу оценки энергетической эффективности системы водоснабжения». Политехнический вестник. Серия инженерные исследования. №2 (46)-2019. Душанбе-2019, 189 стр.

6. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Отчет о результатах единовременного выборочного обследования «О состоянии энергетического хозяйства и эффективности его использования в 2016 году». Душанбе-2018. 96-стр.

СИСТЕМАИ САРФАЌЌИИ ЭНЕРГИЯ ДАР ТАЪМИНИ АҲОЛИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ БО ОБИ ГАРМ

А. Д. Ахророва, А. А. Бобоев

Захираҳои об яке аз бойиғарии асосии табиӣ Тоҷикистон ва омилҳои муҳими рушди устувори он ба ҳисоб меравад. Дар мақолаи мазкур роҳҳои сарфақҷиҳои системаи таъмини аҳолии бо оби гарм барои эҳтиёҷи маишӣ ҳисоб карда шудааст. Мувофиқи мақсад будани таъмини аҳолии бо оби гарм дар мавсими гармидиҳӣ аз марказҳои гармидиҳии амалкунанда ҳисоб карда шудааст. Сохтори истеъмоли энергияи электрикӣ дар шаҳри Душанбе муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҳаҷми истеъмоли энергия, системаи обтаъминкунӣ, иқлим, нархнома, обгармкунак.

ENERGY EFFICIENCY OF THE HOT WATER SUPPLY SYSTEM IN THE DUSHANBE CITY

A. D. Ahrorova, A. A. Boboev

Water resources are the main natural wealth of Tajikistan and an important factor in its sustainable development. In this article, the electric capacity of the hot water system for household needs is calculated. The expediency of providing the population with hot water during the heating season from the existing heat and power plant is justified. The structure of

electric energy consumption in the city of Dushanbe is determined.

Key words: electric capacity, system, water supply, climate, tariff, water heater.

Сведения об авторах:

1. Ахророва А.Д.- д.э.н., профессор, кафедры ЭиУП ТТУ им. ак. М.С.Осими. Тел: 93-512-00-89, E-mail: aalpha@mail.ru

2. Бобоев А.А. – соиск. каф. «Экономика и управление производством», асс. каф. «Автоматизированный электропривод и электрические машины» ТТУ им. ак. М.С. Осими. Тел: 938960036, E-mail: ali186@mail.ru

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ В ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ Г. ДУШАНБЕ

А. И. Сидоров¹, И. Ф. Суворов², С. Ш. Таваров³, Г.Х. Маджидов⁴

^{1,3}Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия

²Забайкальский государственный университет, Россия

⁴Таджикский технический университет имени академика. М. С. Осими г. Душанбе, Республика Таджикистан

В работе рассматривается городская электрическая сеть г. Душанбе на предмет определения повреждаемости кабельных и воздушных линий, а также трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0,4 кВ на основании собранных материалов аварийных отключений по месяцам полученные распределения перечисленных выше объектов 2017-2018 г.г. По статистическим данным аварийных отключений для осенне-зимних и зимне-весенних периодов 2017-2018 г.г. с целью выявления влияния получены зависимости повреждений элементов городской электрической сети от температуры воздуха и количества осадков.

Установлены зависимости повреждения на линиях электропередачи и трансформаторных подстанциях от среднемесячных температур и количества осадков.

Ключевые слова: кабельные, воздушные линии; трансформаторные подстанции; надежность электроснабжения.

Как показано в работах [1-3, 8-10], главным критерием надежности электроснабжения любого города является эффективность работы его электрических сетей.

Для повышения надёжности сетей г. Душанбе необходимо выявить факторы, влияющие на повреждения основных элементов системы электроснабжения.

Во многом появление повреждений связано с ростом электропотребления, причины которого рассмотрены в [4-7].

Для оценки надежности электроснабжения городской электрической сети г. Душанбе по данным статистики аварийных отключений за периоды 2017-18 гг. были построены зависимости и проведён анализ с целью выявления влияния вышеприведенных факторов на количество повреждения кабельных, воздушных линий и трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0,4 кВ городской электрической сети г. Душанбе.

Надо отметить, что самым холодным месяцем для г. Душанбе является январь. Средняя температура воздуха зимних месяцев колеблется от 2 до 4°С. В этот период преобладает в основном пасмурная и дождливая погода, обусловленная циклонической деятельностью. Как правило, прохождение циклона завершается холодным вторжением, резким понижением температуры воздуха и переходом дождя в мокрый снег. При усилении антициклонической деятельности на Душанбе распространяется холодный воздух юго-западной периферии сибирского антициклона, что вызывает значительные похолодания. В аномально холодные годы температура воздуха может опускаться до -27 °С.

Однако наибольшую повторяемость имеют зимы с минимальной температурой 5-10 °С. Днём, как правило, температура воздуха положительная и составляет 7 - 10°С тепла. В наиболее теплые зимы максимальная температура воздуха может достигать в январе 22

°С тепла. Весна в Душанбе теплая и дождливая. Циклоническая деятельность весной протекает особенно интенсивно и сопровождается выпадением обильных осадков с грозами и градом. В марте и апреле выпадает наибольшее количество осадков (до 135 мм в месяц). Самый высокий суточный максимум приходится на весну и превышает 80 мм.

По статистике аварийных отключений КЛ, ВЛ и ТП напряжением 6-10 кВ были построены зависимости, представленные на рис. 1, 2.

Согласно рис.1 и 2. наиболее повреждаемыми элементами в осенне-зимний и зимне-весенний периоды являются кабельные линии

электропередачи и трансформаторные подстанции. Это связано, с нашей точки зрения, с возрастанием электропотребления в осенне-зимний период из-за отсутствия иных источников энергии, кроме электрической, и увеличением осадков в зимне-весенний период, вызванным дождями и таянием снега.

Это приводит к попаданию влаги в места соединения контактов и муфты, установленные на кабельных линиях, что способствует появлению повреждений.

Для оценки влияния среднемесячных температур и количества осадков были построены распределения повреждений, приведенные на рис. 3 и 4.

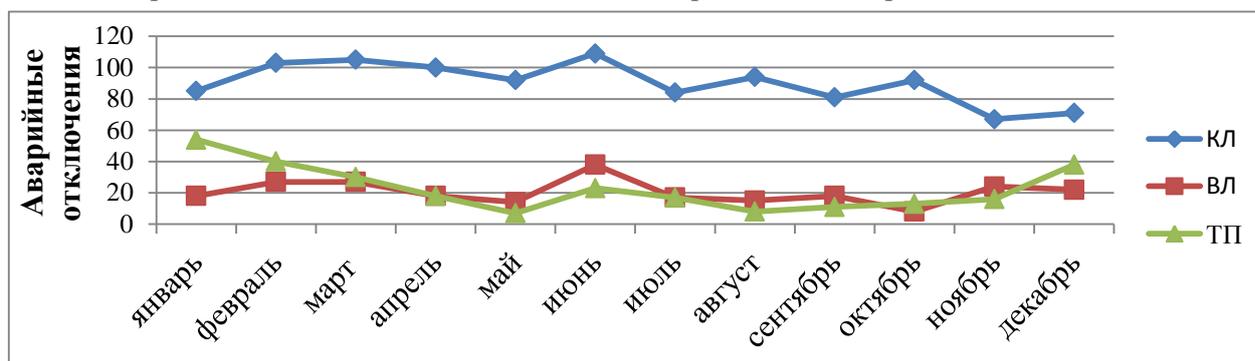


Рис. 1. Статистика аварийных отключений по месяцам за 2017 г.

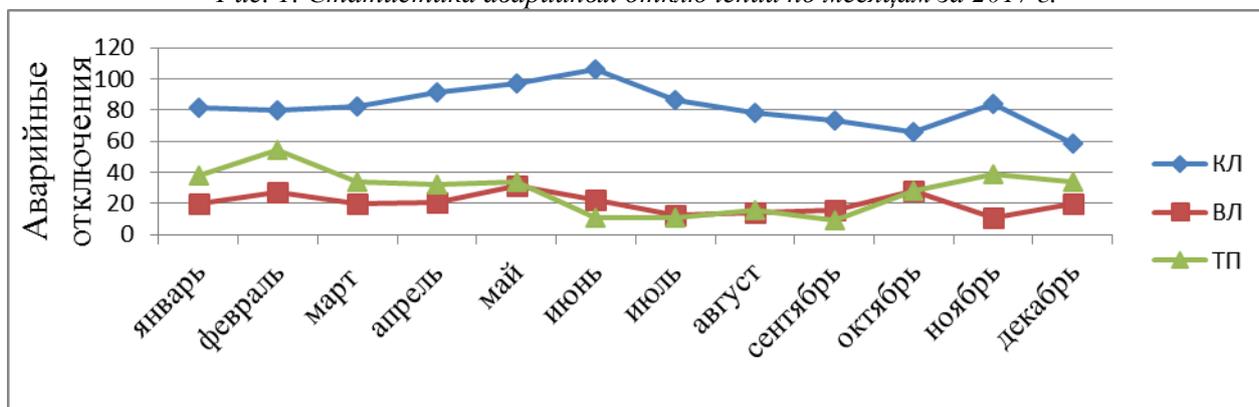


Рис. 2. Статистика аварийных отключений по месяцам за 2018 г.

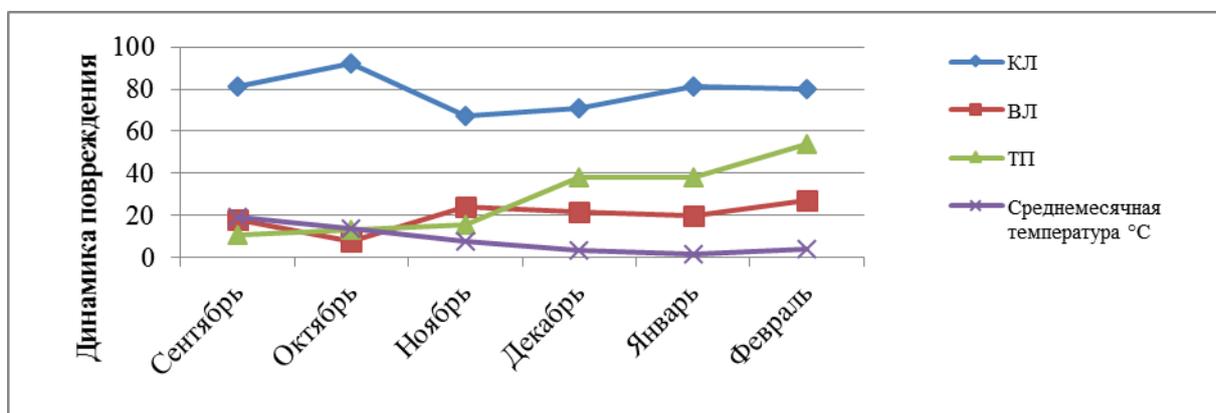


Рис. 3. Влияние среднемесячной температуры воздуха на динамику повреждения в осенне-зимний период 2017-2018 г.г.

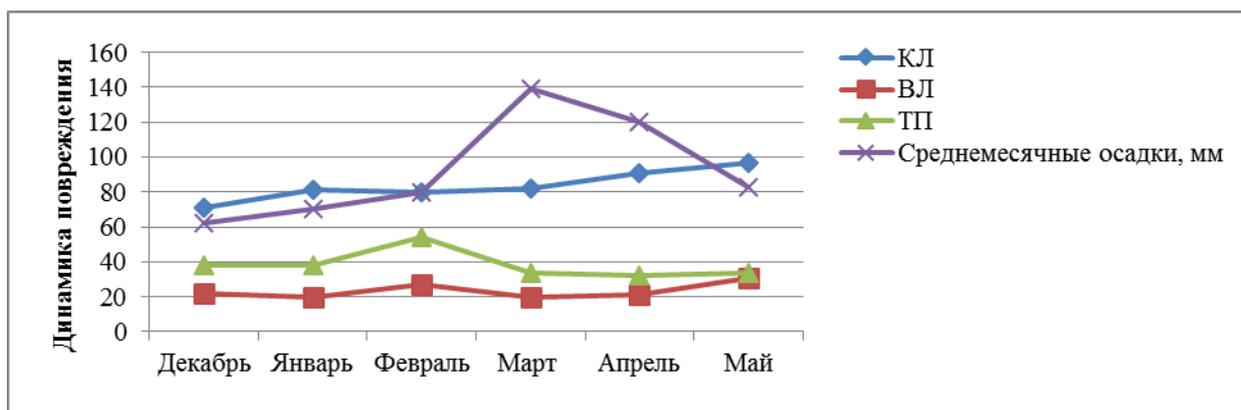


Рис. 4. Влияние среднемесячных осадков на динамику повреждений в зимне-весенний период 2017-2018 гг.

Из полученной зависимости рис. 3 видно, что в осенне-зимний период при понижении среднемесячной температуры количества повреждаемости рассматриваемых элементов городской электрической сети, в особенности в кабельных линиях и трансформаторных подстанциях, возрастает, как было отмечено выше, главным фактором выступает увеличение электропотребления городскими потребителями, приводящее к перегреву жил кабельных линий и обмоток трансформатора, связанных с перегрузками и дальнейшим пробоем изоляции.

Анализ рис. 3 и 4 подтверждает высказанное ранее утверждение о влиянии роста электропотребления на увеличение отказов. Про влияние количество осадков нами было указано ранее.

Выводы

1) Для снижения повреждений в городских электрических сетях г. Душанбе и повышения их эффективности необходимо, прежде всего, разработать мероприятия, направленные на повышение надежности электроснабжения.

2) При разработке указанных мероприятий необходимо, в первую очередь, решить проблемы управления электропотреблением.

Литература:

1. Савоськин Н.Е. Надежность электрических систем. Учебное пособие. Пенз. гос. ун-т, 2004. 101 с.
2. Шеметов А. Н. Надежность электроснабжения Учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение». – Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ им. Г. И. Носова», 2006. 149 с.
3. Папков Б. В. Вероятностные и статистические методы оценки надежности элементов и систем электроэнергетики.

Теория, примеры, задачи: Учеб. пособие.– НГИЭУ. Княгинино, 2015. 356 с.

4. Сидоров А.И., Таваров С.Ш. Нормирование электропотребления Республики Таджикистан с учетом климатических особенностей региона. Научно-технический журнал «Энергия единой сети».–2019.–Том июнь-июль № 3.– С.70-75.

5. Таваров С.Ш. Удельное электропотребление бытового сектора с учётом температуры окружающего воздуха и территориального расположения Республики Таджикистан. Промышленная энергетика.– 2019.–Том 7 № 7.– С.19-22.

6. Sidorov A.I.; Khanzhina O.A.; Tavarov S.S. Ensuring the Efficiency of Distribution Networks C. Dushanbe and Republic of Tajikistan. 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1-4.

7. Сидоров А.И., Таваров С.Ш., Маджидов Г.Х. Показатели надежности элементов распределительной сети 6-10 кВ. Вопросы электротехнологии. Серия «Электроснабжение». – 2019, № 3 (24). С. 55-61.

8. Сидоров А.И., Трофимов С.Н. Исследование причин нарушений в работе сельских электрических сетей 6–35 кВ. Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2009. – № 4. –С. 29–31.

9. Трофимова С.Н. Анализ повреждаемости электрооборудования в городских электрических сетях 6–35 кВ. Электробезопасность. – 2007. – № 4. – С. 33–41.

10. Трофимова С.Н., Максимов С.П. Повышение надежности электроснабжения в условиях современного города. Электро. Серия «Надежность электроустановок». – 2014, №4. С. 40–42.

**ОСЕБИЯТ ДАР ШАБАКАҲОИ
ЭЛЕКТРИКИИ ШАҲРИИ Ш. ДУШАНБЕ**
*А.И. Сидоров, И.Ф. Суворов, С.Ш. Таваров,
Г.Х. Мажидов*

Дар кори мазкур осебияти хатҳои кабелӣ ва ҳавой, зеристгоҳҳои трансформатории 6-10/0,4 кВ шабакаҳои барқии ш. Душанбе дида баромада шудааст. Дар асоси маводи мавҷуд буда оид ба ҳомӯшшавиҳои садамавӣ тақсими садамаҳои моҳона барои солҳои 2017-2018 тартиб дода шуд. Тибқи қиматҳои статистикии ҳомӯшшавии садамавӣ барои мавсимҳои тирамоҳ-зимистон ва зимистон-баҳори солҳои 2017-2018 бо мақсади муайян намудани вобастагии осебияти элементҳои таҷҳизоти барқӣ аз ҳарорати ҳаво ва миқдори боришот ҳосил карда шуд.

Вобастагии осебиятҳо дар хатҳои барқии ҳавой ва зеристгоҳҳои трансформаторӣ аз қиматҳои миёнаи ҳарорат ва миқдори боришот муайян карда шуд.

Калимаҳои калидӣ: хатҳои кабелӣ ва ҳавой; зеристгоҳҳои трансформаторӣ; эътимодияти электротаминкунӣ.

**DAMAGE IN URBAN ELECTRICAL
NETWORKS OF DUSHANBE CITY**

*A. I. Sidorov, I. F. Suvorov, S. Sh. Tavarov,
G. Kh. Majidov*

The article considers the urban electric network Dushanbe for the determination of damage to cable and overhead lines, as well as transformer substations with a voltage of 6-10 / 0.4 kV. Based on the collected materials of emergency shutdowns by months, the obtained distributions of the above objects in 2017-2018

are obtained. According to the statistics of emergency outages for the autumn-winter and winter-spring periods of 2017-2018, in order to identify the effect, the dependences of damage to the elements of the urban electric network on air temperature and rainfall are obtained. The dependences of damage on power lines and transformer substations on average monthly temperatures and rainfall are established.

Key words: cable, overhead lines; transformer substations; power supply reliability.

Сведения об авторах:

Сидоров Александр Иванович – д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Южно-Уральского государственного университета (Национального исследовательского университета), г. Челябинск, Россия. E-mail: bgd-susu@mail.ru

Суворов Иван Флегонтович – д.т.н., профессор кафедры энергетике, профессор кафедры информатики, вычислительной техники и прикладной математики (совместитель), Забайкальского государственного университета, Россия, E-mail: etaem_energo@mail.ru

Таваров Саиджон Ширалиевич – докторант, к.т.н., доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Южно-Уральского государственного университета (национально исследовательского университета), г. Челябинск, Россия. E-mail: tabarovsaid@mail.ru

Мажидов Гафуржон Хушбахтович – ассистент кафедры «Электроснабжение» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: majidov-70@mail.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОЗАПУСКА АСИНХРОННЫХ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

А. Ш. Мажидов

Национальный исследовательский университет «МЭИ» Москва, Российская Федерация

Статья посвящена алгоритму математического моделирования процесса самозапуска низковольтных асинхронных электродвигателей в системах собственных нужд тепловых электростанций. Алгоритм математического моделирования был реализован в программном комплексе ETAP (Electrical Transient Analyzer Program, компания OTI США) [1] и результаты сравнивались с программным комплексом PSS®E (Power System Simulator for Engineering, компания OTI Австралия) [2]. Выполнена верификация разработанной программы ETAP с модулем TSV путем сравнения результатов расчета с программой PSS®E с модулем VTCS-TS-181,

позволяющим рассчитывать самозапуск низковольтных асинхронных электродвигателей в системах электроснабжения собственных нужд тепловых электростанций. Были исследованы различные математические модели самозапуска асинхронных электродвигателей при использовании обеих программ.

Ключевые слова: самозапуск, асинхронный двигатель, собственные нужды, тепловые электростанции, ETAP, PSS®E..

Введение

Собственные нужды (СН) тепловых электростанций (ТЭС) – комплекс вспомогательного электрического оборудования, обеспе-

чивающий бесперебойную работу ее основных агрегатов (паровых котлов, турбогенераторов и реакторов), потребляемая электроэнергия составляет от 3% до 14% в зависимости от технологической схемы, используемого топлива, способа его сжигания, параметров пара и ряда других факторов. Большое количество механизмов обеспечивает работу основных агрегатов электростанции – питательных насосов, дутьевых вентиляторов, дымососов, конденсатных насосов, дробилок, мельниц, циркуляционных насосов и др. [7-12].

Нормальная работа электрооборудования СН ТЭС возможна только при надежной работе

всех механизмов и надежном их электроснабжении. Потребители СН относятся к I категории надежности. На ТЭС для питания СН применяют два напряжения: 6 кВ для питания крупных двигателей мощностью 200 кВт и выше; 380/220 В для питания более мелких двигателей и освещения станции [5-8].

Одним из основных требований, предъявляемых к схемам электроснабжения СН, является обеспечение самозапуска наиболее ответственных механизмов при восстановлении питания в сети с целью сохранения целостности технологического процесса и обеспечения необходимого уровня безопасности [12-14].

Длительность перерыва питания зависит от вида возмущения, характеристик выключателей вводов и их типов, уставок релейных защит и автоматики и др. Время действия резервных защит может достигать 2 с., что может приводить к значительному уменьшению скорости вращения механизмов. С целью предотвращения существенного снижения оборотов двигателя главные циркуляционные насосы, обеспечивающие движение теплоносителя через активную зону, имеют большие значения инерционных постоянных.

Значительного повышения надежности работы ТЭС можно достигнуть, если при кратковременных снижениях напряжения на шинах секции или его полном исчезновении, не отключать электродвигатели СН от сети. Тогда при восстановлении нормального напряжения начинается самозапуск групп электродвигателей, подключенных к секции. Такой процесс самозапуска можно рассматривать, как групповой пуск механизмов с промежуточной частотой вращения, до которой затормозились

двигатели в аварийном режиме при отсутствии питания [7-12].

Объектом исследования является действующая система электроснабжения VIII секции с 9-тью асинхронными электродвигателями собственных нужд тепловых электростанций ТЭЦ №1 г. Душанбе, Республики Таджикистан [3].

Целью данной работы является сравнение результатов успешного самозапуска асинхронных электродвигателей в системах собственных нужд тепловых электростанций двумя разными программами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ научно-технической литературы по самозапуску асинхронных электродвигателей в системах электроснабжения собственных нужд тепловых электростанций;

- выбрать, описать и выявить особенности схемы электроснабжения и двигательной нагрузки собственных нужд тепловых электростанций, для которой будет осуществлено моделирование и анализ процессов при самозапуске асинхронных электродвигателей;

- разработать алгоритм расчета процессов при групповом самозапуске асинхронных электродвигателей;

- программно реализовать разработанный алгоритм в среде программ ETAP и PSS®E и провести их верификацию;

- провести анализ процессов при групповом самозапуске на основе модели действующей системы электроснабжения VIII секции с 9-тью асинхронными электродвигателями собственных нужд тепловых электростанций ТЭЦ №1 г. Душанбе, Республики Таджикистан.

Научная новизна исследования заключается в разработке модели самозапуска асинхронных электродвигателей в системах собственных нужд тепловых электростанций двумя разными программами, позволяющая с достаточной для практических задач точностью, моделировать электрические и механические процессы при самозапуске для схем с различными параметрами, с любым количеством асинхронных электродвигателей, для любых типов механизмов и различной длительностью и степенью нарушения питания.

1. Расчетно-теоретическая часть

Самозапуск – это процесс автоматического восстановления работы асинхронного двигателя (АД) после кратковременного нарушения нормального электропитания – исчез-

новения или глубокого снижения напряжения (провала напряжения).

Провалы напряжения обычно происходят из-за неисправности в электрических сетях или в электроустановках потребителей, а также при подключении мощной нагрузки. Провал напряжения — внезапное понижение напряжения в точке электрической сети ниже

$$U_{ном} = 0,9 \cdot U_{ном} \quad (1)$$

за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких секунд [4].

Весь процесс самозапуска можно разделить на два этапа. Первый этап – выбег механизмов – происходит от момента нарушения до момента восстановления питания электродвигателей. Второй этап – разгон и восстановление рабочего режима механизмов.

Начало переходного процесса при перерыве питания на секции характеризуется совместным выбегом АД, подключенных к этой секции в текущий момент времени. Так наиболее инерционные АД в совокупности с их нагрузкой могут переходить в генераторный режим, тем самым расходуя свою запасенную кинетическую энергию на поддержание частоты вращения других, менее инерционных механизмов, и, как следствие, АД, переходящие в генераторный режим тормозятся быстрее, чем это происходит при индивидуальном выбеге. На шинах СН при самозапуске АД начальное напряжение определяется как:

$$U_{нач}^* = - \frac{U_c^*}{1 + \frac{\sqrt{3} \cdot X_{\Sigma} \cdot K_i \cdot \sum K_n \cdot I_{ном.АД}}{U_{ном.АД}}}, \quad (2)$$

где $U_c^* = 1,05 \div 1,1$ – напряжение источника питания в отн.ед.; K_n – номинальная кратность пускового тока АД в отн.ед.; K_i – коэффициент, определяющий уменьшение пускового тока АД при самозапуске в сравнении с его значением для остановившихся АД; X_{Σ} – суммарное

сопротивление цепи питания (трансформатора, линии, шин, системы и т.д.).

По мере затухания токов в обмотках роторов взаимное влияние АД ослабевает и групповой выбег переходит уже в индивидуальный, когда торможение каждого из АД механизмов СН определяется его инерционной постоянной и характеристиками механизма СН.

В системе СН подстанции синхронные электродвигатели (СД) применяются довольно редко, основную часть составляют АД. Но главное отличие состоит в том, что АД в этих сетях управляются, как правило, с помощью контакторов (К) и магнитных пускателей (МП), имеющих свойство самопроизвольно отключаться («отпадать») при снижении напряжения на втягивающей катушке [6,7].

Напряжение отпадания К и МП конкретно не регламентируется. Оно зависит от конструктивных особенностей этих аппаратов, от состояния магнитной системы, от регулировки контактной системы, натяжения пружин и меняется в достаточно широких пределах 0,60–0,35 от номинального и определяется по выражению:

$$U_{отп.} = k_{взв.} \cdot U_{втяг.} \quad (3)$$

где $U_{отп.}$ - напряжение отпадания К и МП, $k_{взв.}$ - коэффициент возврата, $U_{втяг.}$ - напряжение втягивание

В таблице 1 [6] приведены остаточные напряжения, представленные следующими параметрами: напряжениями обратной и нулевой последовательностей, модулями фазных и линейных напряжений. Согласно [6-14] катушки управления К и МП могут включаться как на фазное, так и на линейное напряжение.

Из данных, приведенных в таблице 1, следует, что за трансформаторами 6–10/0,4 кВ со схемами и группами соединения обмоток Y/Y-12 при однофазном коротком замыкании (ОКЗ) в сети 110 кВ могут отключаться низковольтные электродвигатели, катушки управления которых включены на линейное напряжение, поскольку в одной из фаз оно снижается до $0,2 \cdot U_{ном.}$

Таблица 1.

Величины фазных и линейных остаточных напряжений.

| Расчетные точки | Остаточные напряжения, о.е. | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | U_1 | U_2 | U_A | U_B | U_C | U_{AB} | U_{BC} | U_{CA} |
| Шины 6–10 кВ СН | $i0,60$ | $i0,40$ | - | - | - | $i0,87$ | $i0,87$ | $i0,20$ |
| Шины 0,4 кВ за трансформатором 6–10 кВ со схемой Y/Y–12 | $i0,60$ | $i0,40$ | $i0,53$ | $i1,0$ | $i0,53$ | $i0,87$ | $i0,87$ | $i0,20$ |
| Шины 0,4 кВ за трансформатором 6–10/ кВ со схемой D/Y–11 | $i0,60$ | $i0,40$ | $i0,87$ | $i0,87$ | $i0,20$ | $i1,0$ | $i0,53$ | $i0,53$ |

Что касается фазных напряжений в сети 0,4 кВ за такими трансформаторами, то их минимальные значения составляют $0,53 \cdot U_{ном}$, а это значит, что путем соответствующей регулировки МП и К можно добиться того, что при таком уровне напряжения они отпадать не будут [6].

Надо отметить, что, в низковольтной сети, питающейся от трансформаторов 6–10 кВ со схемами и группами соединения обмоток D/Y-11. минимальным оказывается фазное напряжение. При этом минимальные значения линейных напряжений составляют $0,53 \cdot U_{ном}$.

Очевидно, что в этих случаях катушки управления пускателей и контакторов целесообразно подключать на линейные напряжения. Необходимо обратить внимание, что в настоящее время по вполне обоснованным причинам силовые трансформаторы 6–10/0,4 кВ мощностью 630 – 2500 кВА выпускаются в основном именно со схемами и группами соединения обмоток D/Y-11, в то время как катушки управления магнитными пускателями и контакторами, как правило, включаются на фазные напряжения (обычно используется фаза «А»).

В данном случае при ОКЗ фазы «В» в сети 110 кВ может отключиться до 50% всех низковольтных электродвигателей, подключенных через трансформаторы со схемами соединения обмоток D/Y-11, а если шины 110 кВ районной подстанции работают параллельно, что бывает довольно часто, могут отключаться одновременно все низковольтные АД (следует принять во внимание, что время отпадания магнитных пускателей измеряется сотыми долями секунды, а время отключения даже близких ОКЗ на порядок больше). Поскольку с удалением точки ОКЗ остаточное

напряжение на шинах источника питания увеличивается, представляет интерес вопрос о том, при каком удалении оно не будет вызывать «отпадание» магнитных пускателей и контакторов.

Если допустить, что К и МП отрегулированы так, что напряжение их отпадания составляет

$$U < 0,45 \cdot U_{ном}, \quad (4)$$

то в примере, приведенном на рисунке 1, такое расстояние для одноцепной ВЛ со стальным заземляющим тросом составит около 15 – 20 км. Это уже серьезно, особенно для производств с так называемыми «непрерывными технологическими процессами».

С учетом этих соображений следует координировать вопрос выбора фазы установки короткозамыкателей 110 кВ и фаз подключения катушек управления магнитными пускателями (контакторами).

Дальнейшее поведение отключившихся АД зависит от схемы управления. Если схемой управления предусмотрен САД, то после отключения ОКЗ и восстановления напряжения такие К и МП вновь подтянутся. Следует отметить, что условия повторного включения для большинства АД будут неблагоприятными. Это объясняется тем, что за время отсутствия напряжения на АД в течение 0,20–0,40 мс, определяемое действием 1-й ступени «земляной» защиты линии 110 кВ, векторы остаточной ЭДС АД окажутся в противофазе с вектором напряжения сети. В результате в момент восстановления питания АД возникнет большой толчок тока, что может вызвать срабатывание электромагнитных расцепителей защитных автоматов и окончательное отключение АД.

2. Математическая модель программы ETAP и PSS[®]E и их верификация

Поведение АД значимо для защиты технологического процесса, поэтому актуально моделирование самозапуска АД СН путем имитационного моделирования режимов работы АД с различными видами нагрузок на валу для защиты их устойчивости при кратковременных перерывах электроснабжения на базе моделирования пакет программы ETAP и PSS[®]E.

Программа ETAP предоставляет возможность расчета процесса самозапуска двигателей и его воздействия на энергетическую систему. Это полнофункциональный инструмент анализа пуска двигателей, учитывающий различные явления. Модулем поддерживаются статические и динамические модели двигателей и нагрузок, а также различные нагрузочные характеристики двигателей. Учитываются различные типы пусковых устройств, в том числе и устройства плавного пуска. ETAP содержит обширную библиотеку пусковых устройств. Также, данный модуль моделирует процессы самозапуска двигателей. Кроме двигателей, ETAP поддерживает затворы с электроприводом. Для двигателей и нагрузок поддерживаются динамические модели, такие как [1]:

- моделирование пуска и самозапуска двигателей;
- статическая и динамическая модели двигателей и нагрузок;
- библиотека пусковых устройств;
- пуск двигателей с частотным регулированием (ЧРП);
- моделирование затворов с электроприводом.

Программа PSS[®]E - это пакет, состоящий из нескольких встроенных программ, предназначенных для исследования переходных процессов, установившегося и динамического режимов и позволяет решать следующие задачи [2]:

- расчет перетоков мощности и всех связанных характеристик сети;
- динамическое моделирование;
- оптимизация потоков мощности;
- анализ последствий аварийных режимов;
- анализ пропускной способности линий;

- расчет токов и анализ симметричных и несимметричных коротких замыканий;
- эквивалентирование системы;
- анализ статической и динамической устойчивости (PV/QV Analysis);
- экспорт результатов расчета в Excel.

Программное обеспечение ETAP полностью способно запускать отдельные АД или переводить всю систему электропитания в другой режим. Данный модуль позволяет инженерам полноценно оценивать влияние изменений нагрузки на электросети. Используя статические и динамические модели, запускается нужный АД. К основным функциям самопуска АД в ETAP относятся: комплексное оповещение и предупреждение, динамический пуск АД с использованием частотного регулирования, моделирование работы механического привода, библиотека моделирования, магнитные пускатели и контакторы, перенос мощности между генератором и нагрузкой, пуск в несколько ступеней, стандартные понижающие пускатели и устройства плавного пуска, динамические модели нагрузки и АД, регулятор напряжения, статический пуск АД, динамический пуск АД, оповещение результатов подтверждений и аварий и имеет функцию самозапуска АД. Смоделируем самозапуск АД СН (рис. 1) с помощью программного обеспечения ETAP TSV и PSS[®]E VTCS-TS-181 и сравним полученные результаты.

Исследуемая модель, представленная на рис.1, проводится по следующему алгоритму:

- сравнение результатов моделирования ETAP с модулями TSV и PSS[®]E с модулями VTCS-TS-181;
- последовательное динамическое ускорение АД с участием 9-ти АД;
- осевая система без поддержки электросети;
- встроенная диаграмма по самозапуску АД;
- встроенная в ETAP система возбуждения AVR IEEE ST2;
- динамическая пользовательская модель ETAP (UDM);
- встроенная модель индукционной машины с двойным корпусом ETAP;
- результаты моделирования программы ETAP с модулями TSV по сравнению с результатами программой PSS[®]E с модулями VTCS-TS-181;

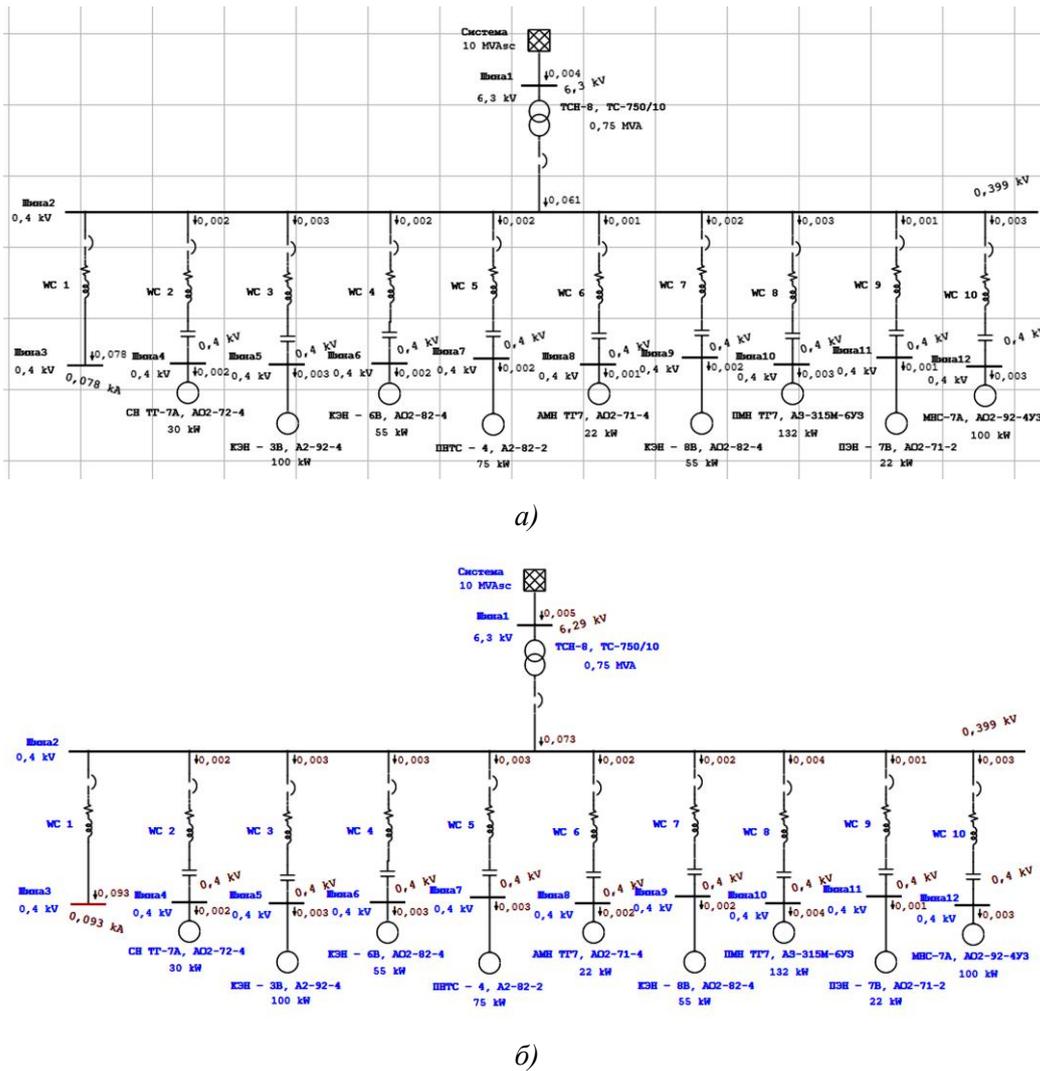


Рис. 1. Исследуемая модель для изучения самозапуска АД СН: а - программа PSS[®]E; б - программа ETAP.

Система включает в себя систему и группу АД (рис. 1). Система рассчитана на 10 МВА и смоделирована в ETAP с алгоритмом работы, представленным на рис.2. Оценка самозапуска АД СН варьируется от 22-100 кВт и динамически смоделирована с использованием интегрированных баров типа ETAP с двойными клетками.

Сравнение включает в себя активную, реактивную мощности АД, напряжение АД, скорость вращения и самозапуска АД и проскальзывание

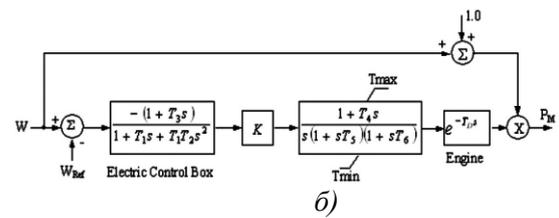
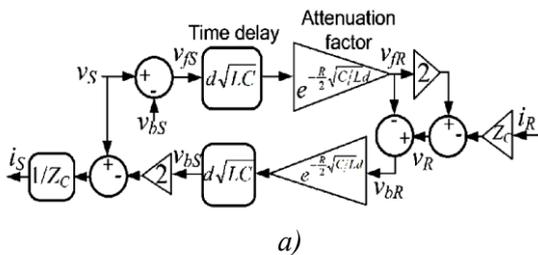


Рис. 2. Логическая схема алгоритма работы исследуемой модели для изучения самозапуска АД СН: а - программа PSS[®]E; б - программа ETAP.

3. Результаты моделирования и сравнения

Моделирование самозапуска АД СН: планируется последовательный запуск 9-ти АД с интервалом времени 40 миллисекунд между каждым самозапуском. Результаты моделирования представлены на рисунках 3-6 в виде зависимостей погонных значений активной, реактивной, полной мощностей, отклонения скорости вращения АД, напряжения статора



АД, напряжения ротора и проскальзывания АД от времени, полученные для сравнения с помощью программ ETAP и PSS®E.

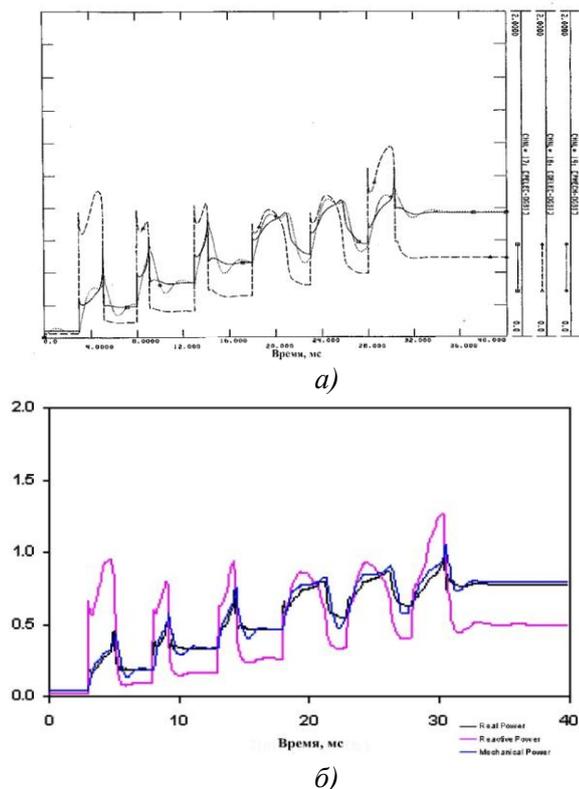


Рис. 3. Изменения активной, реактивной и полной мощностей по времени: а - программа PSS®E; б - программа ETAP.

Полученные результаты показывают достаточное сходство между используемыми моделями – минимальные, максимальные значения изменения мощностей во времени и формы изменения. Следует обратить внимание на характеристики, полученные с помощью PSS®E, имеющие скачкообразную форму в начале каждого самозапуска АД, которые отсутствуют в результатах, полученных с ETAP (рис. 4).

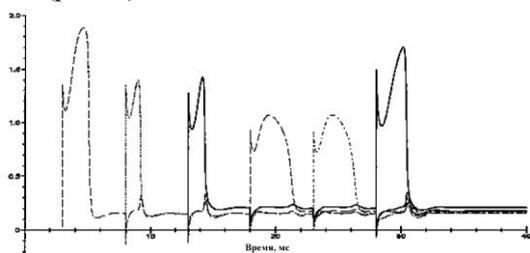


Рис. 4. Реактивная мощность АД в программе ETAP.

Следует также отметить, что ETAP – наиболее полная платформа анализа для проектирования, моделирования, эксплуатации, управления, оптимизации, передачи, распределения промышленных энергетических систем. ETAP предоставляет единое решение для дизайна и анализа работы

рассматриваемой энергосистемы, предлагает полный набор аналитических модулей, которые могут быть настроены в соответствии с исследуемыми задачами. Этот модульный подход позволяет использовать только те модули, которые необходимы. На рис. 5 представлено сравнение напряжения и скорости вращения АД, полученные с помощью двух программ.

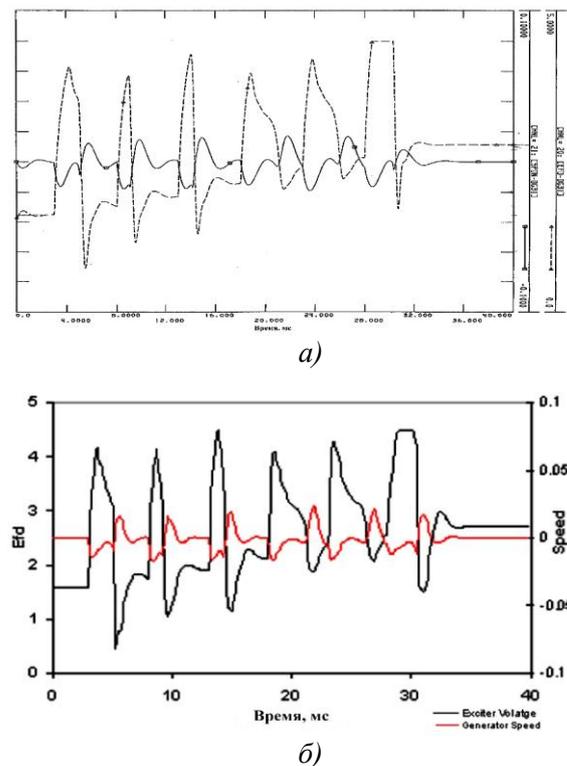
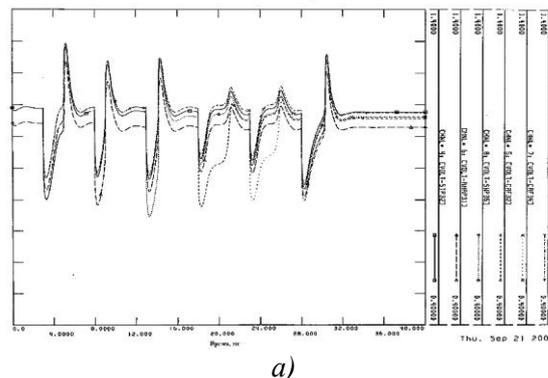
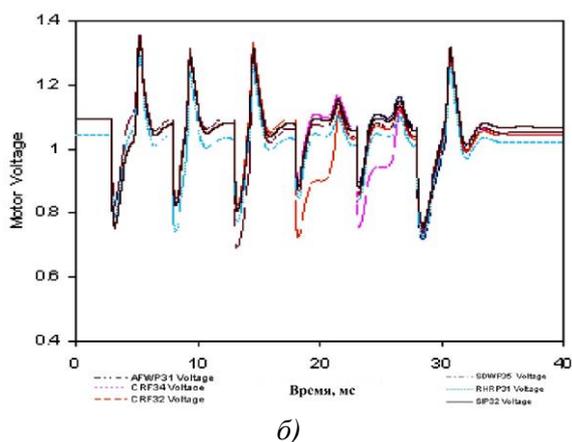


Рис. 5. Изменения напряжения и скорости вращения по времени: а - программа PSS®E; б - программа ETAP.

Модуль короткого замыкания облегчает переход от выбора элемента из существующих библиотек для выполнения десятков различных анализ схемы с целью поиска наихудшего случая аварии. Аварийные сигналы автоматически отображаются на однострочной диаграмме и отчетах самозапуска АД СН на всех 9-ти ускоряющих шинах. Результаты приведены на рис. 6.



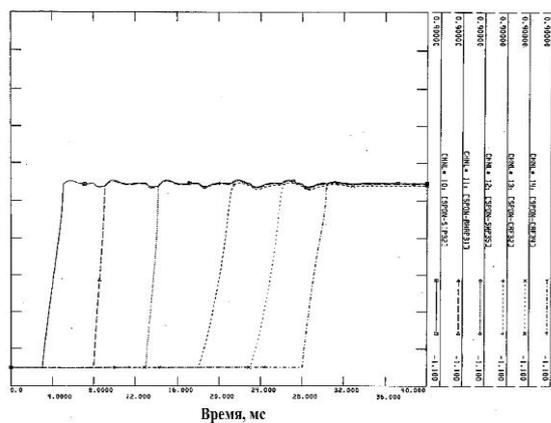
а)



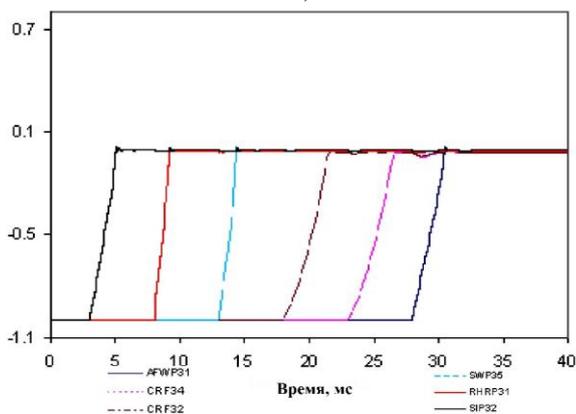
б)

Рис. 6. Зависимость изменения напряжения у АД во времени: а - программа PSS[®]E; б - программа ETAP.

Зависимости изменения скольжения АД на рис. 6 показывают, что время ускорения АД и скольжение для всех 9-ти самозапускающихся АД практически одинаковы. Следует обратить внимание на то, что скольжение АД определяется здесь $(\omega_{mtr} - \omega_{sys})/\omega_{sys}$, тогда как обычно определяется как $(\omega_{sys} - \omega_{mtr})/\omega_{sys}$ [15].



а)



б)

Рис. 7. Зависимость изменения скорости вращения и скольжения АД во времени: а - программа PSS[®]E; б - программа ETAP.

Отметим, что, с помощью проведенного расчетно-теоретического исследования были определены активное, реактивное, полное мощности, напряжение и скорость вращения генератора, процесс самозапуска при провале напряжения и изменения скорости вращения и выявлено, что погрешности не превышают 15% при использовании обеих программ. Программа ETAP с расширенным модулем Load Flow дает больше возможности создавать и легко проверять свою модель системы и получать точные результаты. Встроенные функции, такие как автоматическая оценка устройства, сводные аварийные сигналы предупреждения, анализатор результатов и интеллектуальный график делают его наиболее эффективным на сегодняшний день. ETAP вычисляет напряжения шины, коэффициенты мощностей ветвей, токи и мощности, протекающие по всей электрической системе. ETAP позволяет выбирать из нескольких методов, имеющихся в библиотеке наилучшей для достижения точности расчета.

Выводы

На основании проведенного анализа была разработана методика проверки успешного самозапуска АД СН, при этом выявилось, что всестороннее сравнение результатов ETAP и PSS[®]E показывает, что обе программы дают почти одинаковые результаты. Разработанная имитационная модель может применяться как для исследования самозапуска единичного АД, так и для исследования поведения группы АД (более двух). Модификация включает в себя блоки нагрузки с переменными параметрами и модели АД, наиболее часто применяемых для СН, а также модель источника питания, имитирующую сеть неограниченной мощности с возможными аварийными ситуациями во времени, от полного отсутствия напряжения до некоторого остаточного значения.

Разработанная компьютерная имитационная модель для исследования переходных процессов, происходящих при самозапуске АД СН ЭС ТЭЦ, обладает довольно простой структурой, что облегчает работу практическому пользователю. При всей простоте модификация позволяет:

- осуществить проверку правильности выбора АД СН и нагрузочных механизмов по мощности, проверив потребляемый ток и время выбега;
- проверить обеспеченность успешного самозапуска как одиночных АД, так и группового самозапуска (более двух в группе)

и выбрать рациональное время ступенчатого включения, на основании этой проверки выявить АД, которые не обеспечивают самозапуск, и подключить к ним автоматику;

— осуществить проверку самозапуска группы АД СН не только на нормированной паузе напряжения питания, но и при других возможных временах аварии, изменяя заданное время таймера включения.

В обеих программах есть возможность моделировать последовательные самозапуски множества АД, коммутации нагрузки и источников питания в виде последовательности событий во времени, оценивая уровень напряжения на шинах и нагрузки, а также провалы напряжения. Модулем TSV и VTCS-TS-181 поддерживаются расширенные сигналы предупреждения о нарушениях в системе. Пользователю доступна возможность отображать на схеме состояние системы в различные моменты времени моделирования. Для этого предусмотрен ползунок для переключения текущего момента времени. Результаты расчетов в обеих программах могут быть представлены в виде графиков, а также экспортированы в виде множества отчетов в Excel, при этом погрешность не превышает 15% от расчетно-теоретического исследования.

Литература:

1. Описание программы ETAP [Электронный ресурс]: URL: <https://etap.com> (Дата обращения 15.01.2020 г.).
2. Описание программы PSSTME [Электронный ресурс]: URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/services/transmission-distribution-smart-grid/consulting-and-planning/pss-software/pss-e.html> (Дата обращения 15.01.2020 г.).
3. Информация за 2019 года ОАО "Душанбинская ТЭЦ №1" [Электронный ресурс]: URL: <http://www.barqitotj.tj/about/dependents/generation/256/196292/> (Дата обращения 15.01.2020 г.).
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Москва. 2014.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), изд. 7, 2001 – 2004.
6. В. А. Фишман. Провалы напряжения в сетях промпредприятий. Причины и влияние на электрооборудование. Журнал новости электротехники № 5(29) 2004.

7. В. Х. Георгиади. Поведение энергоблоков ТЭС при перерывах электроснабжения собственных нужд (в трёх частях) М.: НТФ "Энергопрогресс", 2003; ил. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик"].

8. М. Н. Околович. Проектирование электрических станций: Учебник для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400с.

9. А. К. Черновец, А.А. Лapidус. Электрическая часть систем электроснабжения станций и подстанций. Учебное пособие. Санкт-Петербург. Издательство Политехнического университета. 2006, 256 с.

10. А. К. Черновец. Электрические станции. Изд-во Политех/, 2012, 149 с.

11. С. В. Усова. Электрическая часть электростанций. под ред. С. В. Усова. Л. «Энергия», 1977, 556 с.

12. В. Ф. Сивокобыленко, В. К. Лебедев. Переходные процессы в системах электроснабжения собственных нужд электростанций: Учебное пособие/Донецк: РВА ДонНТУ, 2002. – 136 с.

13. М. Н. Околович, И.В. Полевая, Учет влияния асинхронных двигателей при расчете токов короткого замыкания в системе собственных нужд электростанций. – электрические станции, 1963, №4, с. 54 – 60

14. В. Ф. Сивокобыленко, В. И. Костенко. Математическое моделирование электродвигателей собственных нужд электрических станций. Дон, ДПИ, 1979, 110с.

15. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. 2012 г., 200 стр.

АМСИЛАСОЗИИ РАВАНДИ ХУД БА ХУД БАКОРДАРОИИ МУҲАРРИКҲОИ АСИНХРОНИИ ЭҲТИЁЧИ ХУДИИ НЕРҶОҲОИ ҲАРОРАТӢ

А.Ш. Маҷидов

Мақола иҷрои алгоритми амсиласозии математикии раванди худ ба худ бакордароии муҳаррикҳои асинхронии эҳтиёчи худии нерӯгоҳҳои ҳароратиро дарбар мегирад. Алгоритми амсиласозии математикӣ дар ду барнома, яке ETAP (ширкати барномасозии ИМА) [1] ва дигаре барномаи PSS[®]E (ширкати барномасозии Австралия) [2] тарҳрезӣ шуда, муқоиса гардидааст. Барномаи ETAP бо амсилаи TSV бо барномаи PSS[®]E бо амсилаи VTCS-TS-181 муқоиса шуда, ба таври амиқ санҷиш шудааст ва мӯяян карда шудааст, ки амсилаи мазкур қобилияти муайян намудани раванди худ ба худ бакордароии муҳаррикҳои асинхронии эҳтиёчи худии нерӯгоҳҳои

харорати ро дорад. Бо ду барномаи зикршуда як қатор таҳқиқоти худфаъолияти мотури асинхронии пастшиддат мавриди омӯзиш қарор дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: худфаъолиятӣ, мотури асинхронӣ, талаботи худӣ, нерӯгоҳи электрикию гармӣ, барномаи ETAP ва барномаи PSS[®]E.

SIMULATION OF SELF-STARTING PROCESS OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS FOR OWN NEEDS OF THERMAL POWER PLANTS

A. Sh. Madjidov

The article is devoted to the algorithm of mathematical simulation of the self-starting process of low-voltage asynchronous electric motors in auxiliary systems of thermal power plants. The mathematical modeling algorithm was implemented in ETAP (Electrical Transient Analyzer Program, USA OTI) [1] and the results

were compared to PSS[®]E (Power System Simulator for Engineering, US OTI Australia) [2]. Verification of the developed ETAP program with TSV module was performed by comparing the calculation results with PSS[®]E program with VTCS-TS-181 module, which allows calculating self-start of low-voltage asynchronous motors in auxiliary power supply systems of thermal power plants. Various mathematical models of self-starting asynchronous electric motors using both programs have been investigated.

Keywords: self-start, asynchronous motor, auxiliary, thermal power plants, ETAP, PSS[®]E.

Сведения об авторе:

Маджидов Абдулло Шарифхуджаевич – аспирант каф. «Электрические станции», НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14. E-mail: majidovas@mpei.ru

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВЫХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Б. Н. Шарифов

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В данной статье рассматриваются анализ и исследование электромагнитных переходных процессов в сетях с солнечными электростанциями. Описаны электромагнитные переходные процессы в системе управления выходными параметрами солнечной электростанции. Построена структурная схема и компьютерная модель в пакете MATLAB совместно с Simulink и Power System Blockset. Проведен анализ динамических и статических режимов при параллельной работе солнечной электростанции с сетью.

Ключевые слова: солнечная электростанция, компьютерная математическая модель солнечной электростанции.

Введение

По мере роста мощностей солнечных электростанций (СЭС) возникает вопрос параллельной работы с энергосистемой (ЭС), так как при больших мощностях СЭС нецелесообразно применение аккумуляторных батарей [1-3]. Использование СЭС при параллельной работе с ЭС позволяет повысить надежность в электроснабжении потребителей. При параллельной работе энергия постоянного тока, выработанная фотоэлектрическим модулем (ФЭМ), преобразуется в трехфазный переменный ток и генерируется в ЭС. ЭС

может принимать выработанную СЭС мощность и компенсировать ее работу при отсутствии солнечного излучения. Однако параллельная работа СЭС с ЭС усложняет работы электроэнергетической системы (ЭЭС) в целом, так как мощность и напряжение СЭС зависят от климатических факторов, и они могут меняться в зависимости от погодных условий. Например, при появлении облачности уменьшается уровень солнечной инсоляции и, соответственно, выходная мощность и напряжение СЭС, что может привести к падению напряжения в ЭС и потере устойчивости в переходных процессах.

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является разработка системы автоматического регулирования (САР) выходными параметрами СЭС и исследование динамических режимов параллельной работы СЭС и ЭС.

Постановка задачи

Для исследования параллельной работы СФЭС с сетью была разработана имитационная модель в среде Simulink, на основе структурной схемы (рис.1) и дифференциальных уравнений, которые описывают электромагнитные процессы в СЭС.

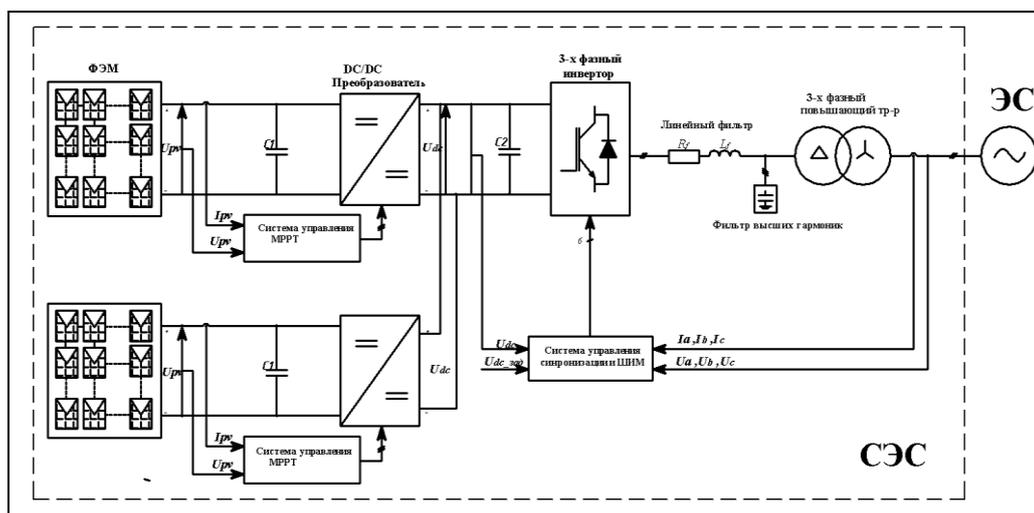


Рис.1. Структурная схема СЭС.

Основным компонентом СЭС являются преобразователи. Каждый преобразователь имеет в своем составе повышающий преобразователь напряжения (DC/DC – конвертер) от 200 до 700В, трехфазный инвертор, выполненный на основе IGBT-модулей по трехфазной мостовой схеме, пропорционально-интегральные регуляторы тока и напряжения (ПИ). Время открытия и закрытия IGBT-модулей составляет несколько миллисекунд, что позволяет эффективно использовать принцип широтно-импульсной модуляции для получения синусоидальных напряжений на выходе инвертора

В составе преобразователя трехфазные инверторы выполняют следующие основные задачи:

-преобразование постоянного напряжения в переменную с частотой объединенной энергосистемы (ОЭС);

-синхронизация частоты напряжения и тока с ОЭС;

-стабилизация выходного напряжения;

-ограничение тока во время перегрузок и к.з.

Преобразовательные установки, как известно, являются источником высших гармоник. Коммутация тиристоров и транзисторов искажает форму кривых токов и напряжений в примыкающей сети переменного тока, которая приводит к появлению высших гармоник в сети. Фильтры высших гармоник используются, чтобы ограничить зоны циркуляции высших гармоник пределами подстанций, исключить неблагоприятное воздействие высших гармоник на электрооборудование примыкающих систем, а также исключить радиопомехи по линиям связи. На фильтры высших гармоник возлагается еще одна

задача, а именно—генерировать реактивную мощность в сети. Фильтры в своем составе имеют высоковольтные конденсаторные батареи, которые на основной частоте напряжения генерируют реактивную мощность. Необходимость генерации реактивной мощности на преобразовательной подстанции обусловлена тем, что инверторы при преобразовании электрической энергии потребляют значительную реактивную мощность из сети.

Теоретическая часть

Исследование и анализ переходных процессов в системе управления выходными параметрами СЭС при параллельной работе с ОЭС производится на основе анализа электромагнитных переходных процессов на инверторе. Уравнение, описывающее электромагнитные процессы и математическую модель параллельной работы СЭС и ЭС, было рассмотрено авторами в работе [1-3]. В данной статье рассматривается более подробно САУ выходными параметрами СЭС и замкнутая структурная схема параллельной работы СЭС и ЭС. В настоящее время существуют две наиболее распространенные системы управления инвертором напряжения:

- векторная система управления на основе линейных регуляторов .
- векторная система управления на основе гистерезисных регуляторов.

Векторные системы управления основаны на модели обобщенного вектора на комплексной плоскости, которая строится путем перехода из трехфазной системы в двухфазную систему координат. Прямой и обратный переход из трехфазной системы координат к двухфазной вращающейся системе координат производится следующим образом, [3, 4].

$$\begin{cases} f_d = \frac{2}{3} \left[f_a \cos \gamma + f_b \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_c \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) \right] \\ f_q = \frac{2}{3} \left[f_a \sin \gamma + f_b \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_c \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) \right] \end{cases} \quad (1.1)$$

$$\begin{cases} f_A = f_d \cos \gamma + f_q \sin \gamma + f_0, \\ f_B = f_d \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_q \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_0, \\ f_C = f_d \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) + f_q \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) + f_0. \end{cases} \quad (1.2)$$

где $f_0 = \frac{1}{3}(f_A + f_B + f_C)$ – вектор нулевой составляющей.

Структурная схема векторной системы автоматического регулирования выходными параметрами СЭС представлена на рисунке 2.

Векторная система автоматического регулирования выходными параметрами СЭС с линейными регуляторами состоит по принципу подчинённого регулирования координат. Система автоматического регулирования является двухконтурной, внешний контур которой отвечает за регулирование выходного напряжения, а внутренний контур для регулирования выходного тока СЭС. Контуры регулирования используют проекции векторов на ортогональные оси, вращающиеся с частотой сети.

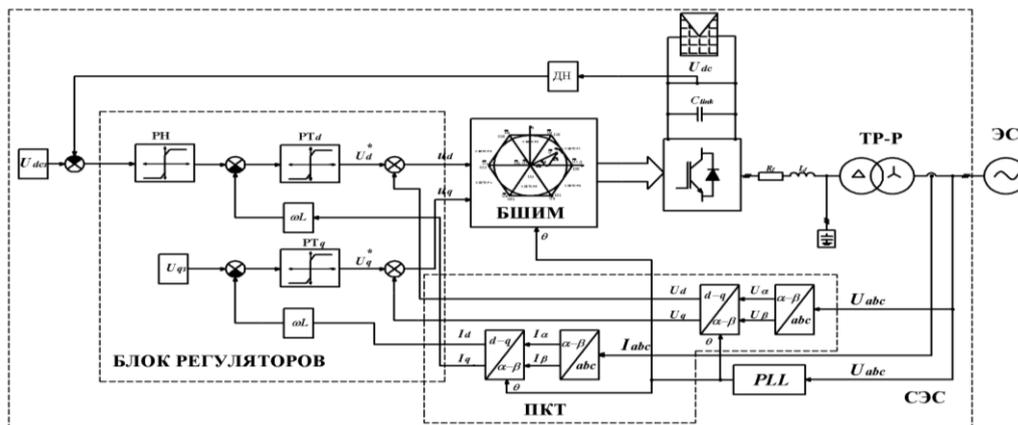


Рис.2. Структурная схема векторной системы управления инвертором СЭС.

Блок синхронизации представляет собой систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ (Phase Locked Loop(PLL))) [5-7], которая вычисляет частоту сети f_c , полученных с блока датчиков фазных напряжений и производит синхронизацию по частоте, напряжению и углу с ЭС. На сегодняшний день ведущим производителем сетевых инверторов, в которых реализован алгоритм PLL, является концерн АВВ. По информации АВВ эти системы обеспечивают высокое быстродействие и точность поддержания частоты на уровне 0,01 % от номинального значения с использованием датчиков фазного напряжения прямой последовательности. Структурная схема ФАПЧ, в котором применяется метод синхронной системы координат (Synchronous Reference Frame PLL) [7-12] представлена на рис.3.

Модельное исследование электромагнитных переходных процессов в системе

управления выходными параметрами сэ при параллельной работе СЭС.

Имитационная модель САР с выходными параметрами СЭС при параллельной работе с ЭС, созданная на основе программного комплекса MatLab/Simulink [12-14], представлена на рисунке 4. Основные узлы модели: СЭС, IGBT инвертор, блок регуляторов, БШИМ, повышающий трансформатор, измерительный блок и ЭС. Исследование динамических режимов параллельной работы СЭС и ЭС проводилось с учетом оптимизированной структуры контуров регулирования. Для исследования использованы следующие параметры электроэнергетической системы ЭЭС (Таблица 1).

На рисунках 5 и 6 представлены результаты переходного процесса изменения параметров СЭС при уменьшении уровня солнечной инсоляции от 1000Вт/м² до 500Вт/м².

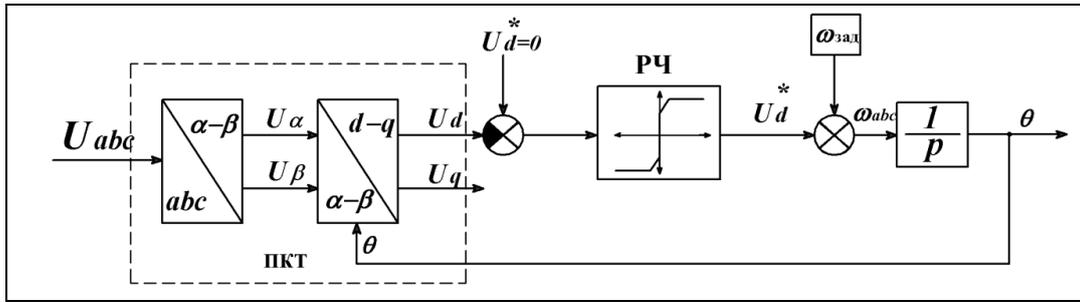


Рис.3. Структурная схема ФАЧ (PLL).

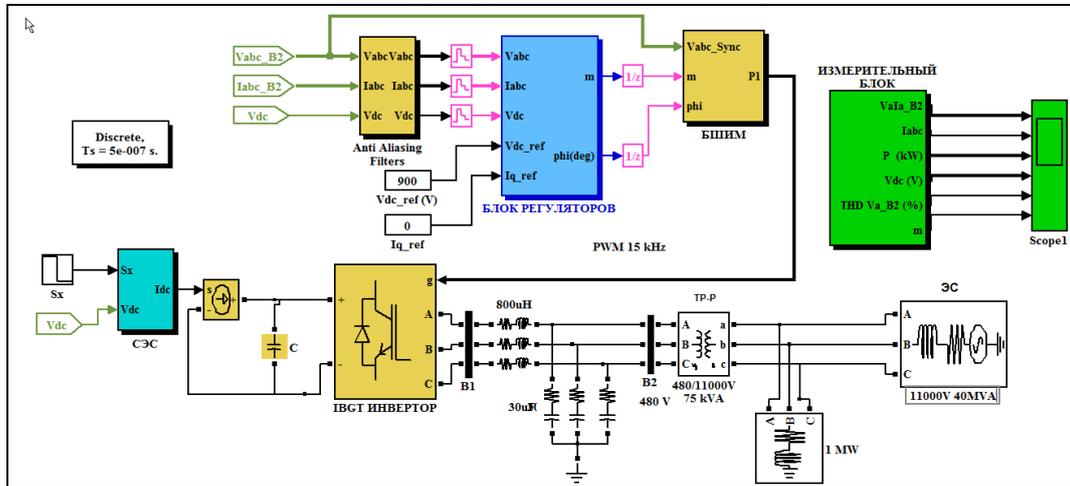


Рис.4. Имитационная модель САР свиходными параметрами СЭС при параллельной работе с ЭС в среде Matlab/Simulink.

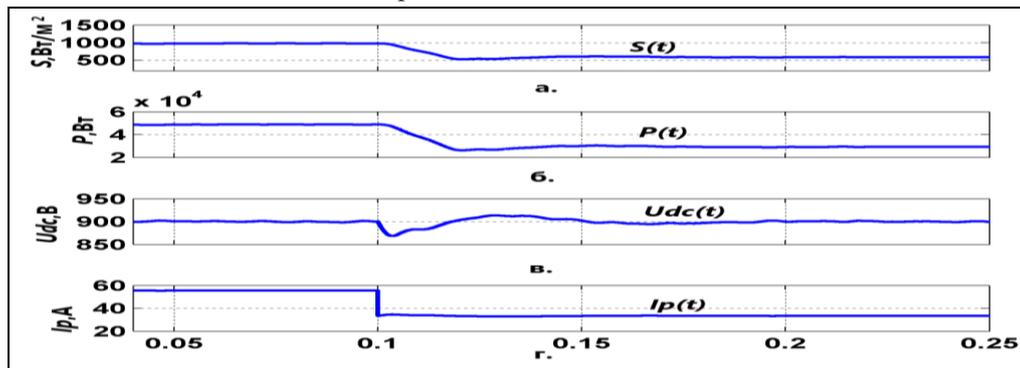


Рис.5. Переходный процесс изменения параметров СЭС на стороне постоянного тока при изменении уровня солнечной инсоляции: а - уровень солнечной инсоляции, б - выходная мощность СЭС, в – напряжение на шине постоянного тока, г – ток на шине постоянного тока.

Таблица 1.

Параметры ЭЭС.

| | | |
|---|-----------------|---------------------|
| Мощность СЭС, кВт | $P_{СЭС}$ | 50 |
| Напряжение на шине постоянного тока, В | U_{dc} | 900 |
| Параметры выходного фильтра инвертора R_f [Ом], L_f [Гн] | R_f | 0.004 |
| | L_f | $800 \cdot 10^{-6}$ |
| Фильтр реактивной мощности, Ф | C | $30 \cdot 10^{-6}$ |
| Трехфазный повышающий трансформатор: $U_{нн}/U_{вн}$, [В], S_n [кВ*А] | $U_{нн}/U_{вн}$ | 480/11000 |
| | S_n | 75 |
| Параметры ЭС: S_n [МВ*А], U_n [В] | S_n | 40 |
| | U_n | 11000 |
| Естественная угловая частота, рад/сек | ω_0 | 314 |
| Коэффициент затухания | ξ | 0.707 |

Как видно из рисунка, при уменьшении уровня солнечной инсоляции в начальный момент переходного процесса ($t=0.1c$) напряжение на шине постоянного тока U_{dc} уменьшается, а затем восстанавливается до начального значения 900В. Это объясняется тем, что при уменьшении уровня солнечной инсоляции уменьшается фототок на ФЭМ и, соответственно, напряжение, ток и выходная мощность СЭС. Так как СЭС работает в режиме отбора максимальной мощности в этот момент времени вступает в действие регулятор напряжения и увеличивает напряжение на шине постоянного тока, тем самым компенсируя динамическое падение напряжения. На рисунке 6 приведены результаты переходного процесса изменения параметров СЭС на стороне переменного тока. Анализ рисунка показывает, что система автоматического регулирования (САР) напряжением на шине постоянного тока обеспечивает стабилизацию выходного напряжения инвертора и СЭС, тем самым

защищая ЭС от частых перенапряжений при параллельной работе СЭС.

Оценка эффективности САР напряжением СЭС производилась на основании анализа рисунка 7, в котором представлен переходный процесс изменения напряжения на шине постоянного тока при уменьшении уровня солнечной инсоляции. Прямые показатели качества синтезированной САР напряжением СЭС, полученные из графика переходного процесса:

допустимое отклонение: $\delta=3,2\%$

время вхождения в 5% зону; $\tau=85мс$

По полученным результатам моделирования можно с уверенностью говорить о целесообразности применения предлагаемой САР напряжением СЭС в динамических режимах работы электроэнергетической системы.

Для данной системы анализ и исследование переходных процессов в режиме короткого замыкания авторами было рассмотрено в работе [3].

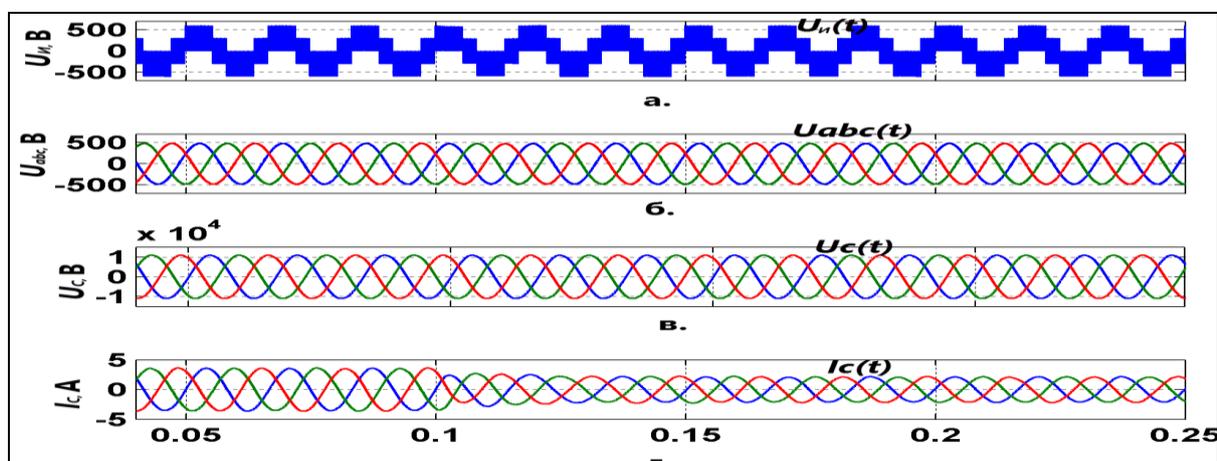


Рис.6. Переходный процесс изменение параметров СЭС на стороне переменного тока при изменении уровня солнечной инсоляции: а – выходное напряжение инвертора, б – напряжение после фильтра, в – напряжение в ЭС, г – ток в ЭС.

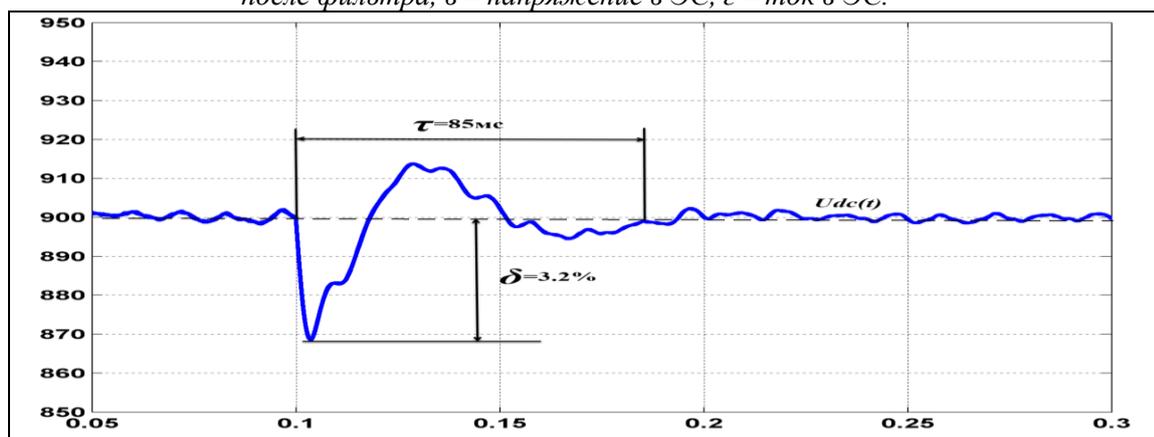


Рис.7. Переходный процесс изменения напряжения на шине постоянного тока при уменьшении уровня солнечной инсоляции.

Выводы

1. Получена математическая модель, описывающая возможность параллельной работы СЭС с ЭС с учетом установившихся и переходных режимов. Она позволяет оценить работу исследуемой системы в нормальных и аварийных режимах [3].

2. Предложен алгоритм управления САР выходными параметрами СЭС при параллельной работе с ЭС, который базируется на принципе подчиненного регулирования координат. Внешний контур служит для регулирования и стабилизации напряжения СЭС, а внутренний контур регулирования обеспечивает стабилизацию выходного тока СЭС.

3. Для исследования электромагнитных переходных процессов (ЭМП) выходными параметрами СЭС при параллельной работе с ЭС разработана компьютерная модель в ПК MatLab с применением Simulink и Power System Blockset, которая позволяет смоделировать ЭМП параллельной работы СЭС и ЭС. При построении компьютерной модели системы построены структурные схемы подключения инвертора.

4. Анализ переходных процессов показывает, что наличие ПИ регуляторов тока и напряжения в системе управления инвертора обеспечивает высокую надежность и быстродействие при эксплуатации в условиях нормальных и аварийных режимов.

Литература:

1. 1. Официальный сайт НП “Ассоциации солнечной энергетики России”. URL. <http://pvruussia.ru> (дата обращения 17.09.2016).

2. Группа компаний Хевел. URL. <http://www.hevelsolar.com/solutions>. (дата обращения 25.08.2019).

3. Исмаилов Ф.Р., Шарифов Б.Н., Гайсин.Б.М., Тергулов Т.Р., Бабкина Н. Л. Исследование параллельной работы солнечной электростанции с сетью. //Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета 2016 – №4(74) ,– С 71-79.

4. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000.– 654 с.

5. P. Rodriguez, R. Teodorescu, I. Candela, A.V. Timbus, M. Liserre, F. Blaabjerg, New positive-sequence voltage detector for grid synchronization of power converters under faulty grid conditions // Power Electronics

Specialists Conference PESC 06. 37th IEEE. 1–7, 18th June, 2006.

6. . N.F. Guerrero-Rodríguez, L.C. Herrero-de Lucas. Performance study of a synchronization algorithm for a 3-phase photovoltaic grid-connected system under harmonic distortions and unbalances. // Electric Power Systems Research 2014. – №116. –pp 252–265.

7. P. Rodriguez, A. Luna, M. Ciobotaru, R. Teodorescu, F. Blaabjerg, Multiresonant frequency-locked loop for grid synchronization of power converters under distorted grid conditions // IEEE Trans. Ind. Electron.2011.– № 58. – pp 127–138.

8. Ключев В.И. Теория электропривода: учебное пособие для вузов / В.И. Ключев – 2-е изд. исп. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.

9. Чурев П.Я. Разработка систем векторного управления асинхронными приводами на базе специализированных сигнальных микроконтроллеров: Дис. канд. техн. наук: 05.09.03.– Москва, 2002.– 256с.

10. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 544 с.

11. F. Ruz, A.V. Rey-Boué, J.M. Torreló, A. Nieto, F.J. Canovas, Real time test benchmark design for photovoltaic grid-connected control systems, // Electric Power System. Research. 2011.–№ 81 – pp.907–914.

12. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: учебное пособие для вузов.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989.– 304 с.

13. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем: учебное пособие: СПб КОРОНА-принт ,2001 320с

14. Matlab/Simulink The MathWorks Inc. (Точка доступа)

URL. <http://www.mathworks.com>.

РАВАНДҶОИ ГУЗАРИШИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ ДАР СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ БУЗУРГИҶОИ БАРОМАДИ НЕРӢҶОҶИ БАРҚИИ ОФТОБӢ

Б.Н. Шарифов

Дар мақолаи мазкур таҳқиқ ва таҳлили равандҳои гузариши электромагнитӣ дар системаи идоракунии бузургиҳои баромади нерӯгоҳи барқии офтобӣ оварда шудааст. Инчунин модели математикӣ ва компютери системаи идоракунии бузургиҳои баромади

нерӯгоҳи барқии офтобӣ бо истифодаи барномаи компютери MATLAB/Simulink сохта шудааст. Модели мазкур имкони таҳқиқи қори нерӯгоҳҳои барқии офтобиро дар речаҳои динамики ва статикӣ медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: нерӯгоҳи барқии офтобӣ, модели компютери нерӯгоҳи барқии офтобӣ, магнитӣ.

ELECTROMAGNETIC TRANSIENTS IN THE SYSTEM OF CONTROL OF OUTPUT PARAMETERS OF A SOLAR POWER PLANT

B.N. Sharifov

This article discusses the analysis and study of electromagnetic transients in networks with solar power plants. The electromagnetic transients in the control system of the output parameters of a solar power plant are described.

The block diagram and computer model were built in MATLAB package together with Simulink and Power System Blockset. The analysis of dynamic and static modes in parallel operation of a solar power station with the network.

Keywords: solar power plant, computer mathematical model of the solar power plant.

Сведения об авторе:

Шарифов Бохирджон Насруллоевич – асс. каф. «Автоматизированного электропривода и электрических машин», ТТУ им. ак. М.С.Осими, область научной деятельности – электроустановки на основе фотоэлектрических преобразователей. Тел. (+992) 985910529. E-mail: energetik_tty@mail.ru

КРИТЕРИЙ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК РАЗЛИЧНОЙ ЧАСТОТЫ

М.Д. Додхудоев

Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими

В работе рассматривается критерий сравнительной опасности электроустановок различной частоты. Приводятся результаты сравнительной опасности электроустановок различной частоты с различными режимами нейтрали и применяемыми средствами защиты от поражения человека электрическим током.

Ключевые слова: электроустановки, режим нейтрали, частота тока, допустимый ток, напряжения прикосновения, сопротивление изоляции.

Сравнительная опасность токов различных частот для человека определяется не только различием в их физиологической активности, но также и техническими условиями, определяющими величину тока через тело человека и длительность его протекания. Поэтому для оценки сравнительной опасности электроустановок различной частоты с различными режимами нейтрали с различными средствами обеспечения безопасности требуется установить критерий, по которым производится их сравнения.

Известно, что значение тока через тело человека при прикосновении к фазе сети, при прочих равных условиях зависит от режима нейтрали электроустановок. Поэтому опасность поражения электрическим током одной и той же частоты при различных режимах нейтрали различна. Вопрос эффективности применения того или иного

режима нейтрали с позиции электробезопасности в электроустановках промышленной частоты практически решён и освещается в обширной литературе [1]. Что касается электроустановок повышенных частот тока, здесь до-статочной ясности в выборе режима нейтрали по условиям электробезопасности пока отсутствует. В настоящей работе на основе рекомендуемых норм предельно допустимых уровней напряжения прикосновения и токов [2] сделана попытка восполнить этот пробел.

В электроустановках с глухозаземлённой нейтралью (ГЗН) при однофазном прикосновении ток через тело человека определяется фазным напряжением и сопротивлением тела человека. Очевидно, критерием сравнительной опасности электроустановок различной частоты с ГЗН является различие в значениях предельно допустимых уровней напряжения прикосновения при заданных частотах тока. Чем меньше допустимый уровень напряжения прикосновения при заданной частоте тока, тем больше опасность поражения, если рабочие напряжения электроустановок различной частоты имеют одинаковое значение. С этой позиции равноопасными являются электроустановки с частотами тока 50 и 2000 Гц, при которых длительно допустимый уровень напряжения прикосновения оценивается равным 12 В [2].

В промежутке между указанными частотами наибольшую опасность при длительном воздействии электрического тока представляют электро-установки с частотами тока 250, 300, 400 и 500 Гц, при которых длительно допустимое напряжение прикосновения минимальное (8 В). При частотах свыше 2000 Гц происходит возрастание длительно допустимых напряжений прикосновения и в пределе при частоте 10 кГц его значение оценивается равным 32 В. Это в 2,66 раза больше, чем допустимое напряжение прикосновения при частотах 50 и 2000 Гц. Следовательно, во столько же раз электроустановки с частотой тока 10 кГц безопаснее, чем электроустановки промышленной частоты. Однако следует заметить, что такая оценка сравнительной опасности электроустановок различной частоты справедлива только при малых напряжениях. При больших напряжениях длительное нахождение человека под напряжением является опасным при всех частотах, вплоть до 10 кГц.

В электроустановках с ГЗН в настоящее время основными средствами защиты от поражения электрическим током являются защитное заземление и УЗО. Поэтому более целесообразным является оценка сравнительной опасности электроустановок различных частот тока при кратковременном воздействии электрического тока на организм человека. Критерием такой оценки может служить допустимое время отключения электроустановок при равных значениях допустимых уровней напряжения прикосновения или рабочего напряжения электроустановок. При этом путь ток через тело человека не учитывается [3].

Анализ допустимых уровней напряжения прикосновения при различных частотах [2] показывает, что при равном допустимом уровне напряжения прикосновения допустимое время отключения электроустановок с ростом частоты возрастает. Например, при равном допустимом уровне напряжения прикосновения 60 В частотой 50 и 250 Гц одинаковый уровень безопасности обеспечивается при времени отключения 0,9 с при частоте 50 Гц и 1,0 с при 250 Гц. При практически равном напряжении прикосновения частотой 50 Гц (69 В) и частотой 400 Гц (68 В) для обеспечения одинаковой безопасности время отключения электроустановок частотой 50 Гц должно быть не более 0,7 с, а

электроустановок частотой 400 Гц не более 1,0 с.

По мере возрастания частоты тока разность между временем отключения по отношению к частоте 50 Гц ещё больше возрастает. Если для электроустановок промышленной частоты допустимое время отключения при напряжении прикосновения 120 В составляет 0,3 с, то для электроустановок с частотой тока 20000 Гц - 1,0 с.

На рис. 1 приведена зависимость допустимого времени отключения однофазного замыкания на корпус электрооборудования от частоты при напряжении 220 В (фазное), построенная, по данным [2]. Как видно, для обеспечения равной безопасности в электроустановках с частотой тока 50 Гц полное время отключения должно быть не более 0,15 с, с частотой тока 400 Гц - не более 0,21 с, а 1000 Гц - не более 0,31 с.

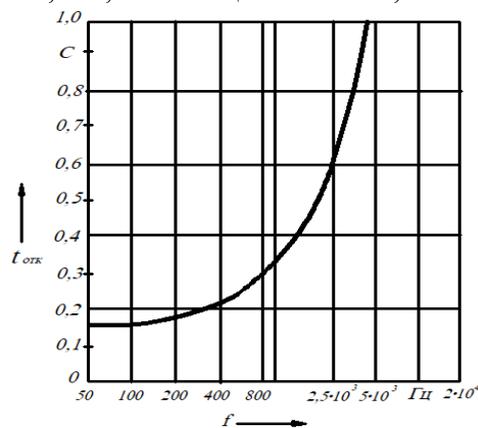


Рис. 1. Зависимость допустимой времени отключения электроустановок от частоты при $U_{\phi} = 220\text{В}$

При частоте 4000 Гц допустимое время отключения равно 1 с, а при частоте 5000 Гц и выше допустимое время отключения электроустановок по условиям электробезопасности выходит далеко за пределы 1 с.

Возрастание полного времени отключения электроустановок с ростом частоты позволяет увеличение уставки срабатывания как УЗО, так и защиты от однофазного замыкания, что упрощает выполнение устройств защиты в электроустановках повышенной частоты по сравнению с частотой 50 Гц.

Таким образом, при длительном воздействии электрического тока наибольшую опасность представляют электроустановки с ГЗН при частоте в диапазоне от 100 до 2000 Гц. При кратковременном воздействии опасность поражения током в электроустановках с ГЗН с ростом частоты за пределы 200 Гц при прочих равных условиях снижается.

В электроустановках с изолированной нейтралью (ИН) ток через тело человека в случае его прикосновения к одной из фаз всегда меньше, чем в системе с заземлённой нейтралью. Ток через тело человека определяется не только его собственным сопротивлением, но также сопротивлением двух других фаз относительно земли. Выражение для этого тока имеет вид:

$$I_{ч} = \frac{U_{ф}}{R_{ч}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R_{из} (R_{из} + 6R_{ч})}{9(1 + R_{из}^2 \omega^2 C^2) R_{ч}^2}}}, \quad (1)$$

где $U_{ф}$ - фазное напряжение электроустановки, В; $R_{ч}$ - сопротивление тела человека при заданной частоте электроустановки, Ом; $R_{из}$ - активное сопротивление изоляции фаз относительно земли, Ом; C - ёмкость фаз относительно земли, Ф; ω - угловая частота, рад.

Как видно из выражения (1), значение тока через тело человека при прикосновении к одной из фаз электроустановок с изолированной нейтралью зависит не только от величины активного сопротивления и ёмкости фаз относительно земли, но и от частоты тока. Следовательно, повышение частоты электроустановки может привести к возрастанию тока через тело человека в случае его прикосновения к фазе сети. Исходя из этого, критерием оценки сравнительной опасности электроустановок промышленных и повышенных частот может служить различие в темпах возрастания тока через тело человека [4] и изменение допустимых токов с ростом частоты электроустановок. Темп возрастания тока через организм человека определяется кратностью тока при заданной частоте по отношению к частоте 50 Гц. Таким же образом определяется темп возрастания предельно допустимых токов с ростом частоты электроустановок. Если темп возрастания допустимых токов с ростом частоты больше, чем темп роста тока через тело человека, то электроустановки повышенной частоты являются относительно безопасными, чем электроустановки промышленной частоты. В противоположном случае электроустановки повышенной частоты являются более опасными. При равенстве темпов роста тока через тело человека и допустимых токов с ростом частоты электроустановки промышленной и повышенной частоты являются равно опасными.

Для оценки сравнительной опасности электроустановок различных частот прини-

маем следующие допущения: 1) электроустановки промышленной и повышенных частот эксплуатируются в идентичных условиях; 2) напряжения установок различной частоты одинаковы и равны 380 В; 3) ёмкость фаз относительно земли для электроустановок различных частот одинакова и равна 1 мкФ.

Расчётные значения сопротивления тела человека $R_{ч}$ в диапазоне частот до 1000 Гц при различных значениях ожидаемого тока через него определяются по математическим или графическим зависимостям [5]. При этом с достаточной для практических расчётов можно принимать, что значение полного сопротивления тела человека равно его активной составляющей [6]. При частотах свыше 1000 Гц расчётное сопротивление тела человека принимается равным 500 Ом.

Оценка величины тока через тело человека производилась при неизменном значении активного сопротивления изоляции равном 62 кОм для всех частот и изменении его от 62 кОм для частоты 50 Гц до 11,5 кОм для частоты 10 кГц [7]. Результаты расчётов по выражению (1) показали, что снижение активного сопротивления изоляции относительно земли с ростом частоты в указанных пределах, практически не влияет на значение тока через тело человека.

На рис. 2 представлена графическая зависимость величины тока через тело человека от частоты электроустановки при активном сопротивлении изоляции, равном 62 кОм.

Согласно рис. 2, при прикосновении к токоведущим частям электроустановок различной частоты возрастание тока через тело человека происходит в пределах частот до 2400 Гц.

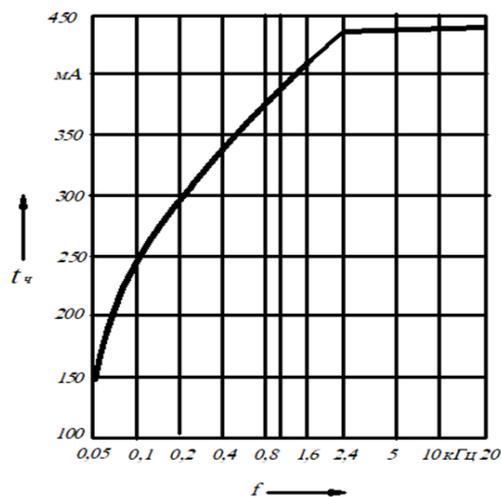


Рис. 2. Зависимость величины тока через организм человека от частоты в электроустановках с изолированной нейтралью

Дальнейший рост частоты не приводит к заметному возрастанию тока через тело человека. Заметим, что полученные значения токов через тело человека при дли-тельном воздействии представляют явную опасность. Однако при оценке сравни-тельной опасности электроустановок различной частоты абсолютное их значение роли не играет.

На рис. 3 представлены зависимости кратности тока через тело человека (кривая 1), кратности длительно допустимого тока (кривая 2) и кратности допустимого тока длительностью воздействия 1 с от частоты электроустановок. Как видно в диапазоне частот 100-2400 Гц, кривая кратности возрастания тока через тело человека располагается выше, чем кратность возрастания длительно допу-стимых токов. Таким образом, темп возрастания тока через тело человека с ростом частоты превышает темп возрастания длительно допустимого тока. Следовательно, ток замыкания на землю в электроустановках повышенной частоты при прочих равных условиях будет больше, чем в электроустановках общепромышленной частоты. Поэтому при наличии только защитного заземления равноопас-ными являются электроустановки частотой 50 и 2500 Гц.

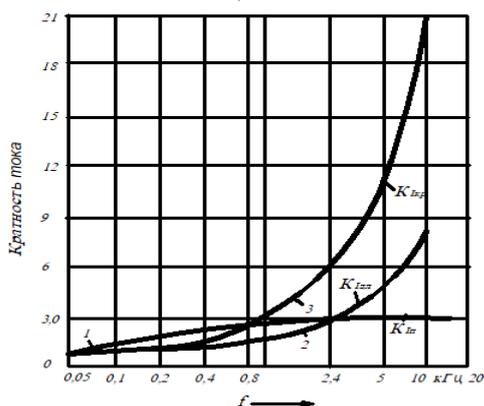


Рис. 3. Зависимости кратности предельно допустимых токов и тока через организм человека от частоты в электроустановках с изолированной нейтралью: 1-относительное возрастание тока через тело человека с ростом частоты электроустановок; 2-относительное возрастание длительно допустимого тока; 3-относительное возрастание кратковременно допустимого тока.

Электроустановки с частотой в диапазоне 100 - 400 Гц представляют наибольшую опасность. Для обеспечения равной безопасности электроустановок указанных частот с частотой 50 Гц требуется снижение допустимого значения сопротивления защитного заземления.

При частотах тока свыше 2500 Гц относительная опасность электроустано-вок снижается, так как длительно допустимые

токи возрастают, а дальнейшее возрастание тока через тело человека не происходит.

Наиболее прогрессивной защитой человека от поражения электрическим то-ком в электроустановках ИН является УЗО. Поэтому оценку сравнительной опас-ности электроустановок различной частоты целесообразно провести также при наличии УЗО. Как видно (рис. 3), в пределах частот 50 - 800 Гц кривая кратности тока через тело человека располагается выше, чем кратность кратковременно допустимых токов, т.е. значение тока через тело человека превышает значение кратковременно допустимых токов. Следовательно, для обеспечения равной безопас-ности допустимое время отключения электроустановок частотой 100-500 Гц должно быть меньше, чем электроустановок 50 и 800 Гц, которые являются равноопасными. Только начиная с 1000 Гц и выше, допустимое время отключения может быть увеличено, так как при этих частотах тока кратность допустимых то-ков располагается выше, чем кратность тока через тело человека.

Таким образом, сравнительная опасность электроустановок различной ча-стоты определяется не только физиологической активностью токов различной ча-стоты [4], но и режимом нейтрали, и способом защиты человека от поражения электрическим током. При частотах до 2500 Гц и разветвлённой электрической сети целесообразно применение режима глухозаземлённой нейтрали, а при частотах свыше 2500 Гц - режима изолированной нейтрали. Неразветвленные элек-трические сети повышенных частот целесообразно выполнять с изолированным нейтралом с устройством непрерывного контроля изоляции и компенсации ём-костных токов утечки.

В электроустановках с изолированной нейтралью промышленной частоты для защиты людей от поражения электрическим током, наряду с защитным за-землением давно находит применение автоматический контроль изоляции с УЗО. В частности, широкое применение автоматический контроль изоляции с УЗО находит в подземных условиях угольных шахт. Согласно ГОСТ 22929-78 и СТ СЭВ 2309-80, уставка УЗО принята равной 25 мА.

По данным МакНИИ и ИГД им. А. А. Скочинского в угольной промыш-ленности, где применяется УЗО с уставкой 25 мА случаев смертельного поражения людей электрическим током при исправной защите

не зарегистрировано [8, 9], что является достаточным обоснованием уставки реле утечки. Однако в ГОСТ 22929-78 значение тока уставки 25 мА рекомендуется не как длительно допустимый ток утечки через сопротивление изоляции электроустановок, а как длительно допустимый ток через тело человека. Это, естественно, привело к появлению весьма весомых противников допустимости длительного протекания такого значения тока через тело человека, что является вполне справедливым. Появились рекомендации относительно снижения уставки до порогового отпускающего тока [10, 11]. Однако снижение уставки до порогового отпускающего тока резко снижает надёжность систем электроснабжения угольных шахт, что повлечёт за собой частое её отключение, поскольку поддержание такого высокого уровня сопротивления изоляции является достаточно сложной задачей.

На наш взгляд [12], уставка реле утечки (25 мА) следует рассматривать как длительно допустимый ток утечки через распределённое сопротивление изоляции, превышение которого приводит к автоматическому отключению электроустановок, что является свидетельством недопустимого снижения сопротивления изоляции электрооборудования. Такой же точки зрения придерживаются в относительно поздней публикации [13]. Длительное протекание тока через организм человека при наличии исправного УЗО практически исключается. Однофазное прикосновение человека к электроустановкам сопровождается резким снижением сопротивления изоляции той фазы, к которой прикоснулся человек. Независимо от сопротивления изоляции двух других фаз, ток протекает по цепи: фазы-человек-земля-УЗО, две другие фазы и превысит уставку срабатывания реле утечки (25 мА). При этом происходит отключение участка сети в течение времени не более 0,2 с. Следовательно, сопротивление изоляции электроустановок, ограничивающее величину тока утечки до 25 мА в нормальном режиме, ограничивает также величину кратковременного тока через тело человека на уровне меньше допустимых норм [14].

Очевидно, при нормировании сопротивления изоляции электроустановок целесообразно исходить из принципа допустимости непрерывного контроля изоляции с автоматической сигнализацией без отключения сети или с автоматическим отключением при

снижении сопротивления изоляции ниже допустимого предела. В первом случае сопротивление изоляции должно нормироваться по величине длительно допустимого тока по рекомендуемым значениям [2]; во втором случае - исходя из оптимального значения длительно допустимого тока утечки через сопротивление изоляции в нормальном режиме, ограничивающего величину кратковременного тока через тело человека.

Опыт эксплуатации устройств автоматического контроля изоляции и защитного отключения в угольных шахтах с уставкой срабатывания 25 мА [8, 9] и прямолинейная зависимость пороговых токов от частоты [3] позволяют рекомендовать для определения длительно допустимого тока утечки через сопротивление изоляции электроустановок выражение:

$$I_{ym} = 24,19 + 16,14f, \quad (2)$$

где f - частота тока, кГц.

Полученные по выражению (2) длительно допустимые токи утечки для электроустановок различных частот приведены в [2].

Непрерывный контроль состояния изоляции с автоматической сигнализацией может применяться в помещениях с нормальными условиями окружающей среды. В помещениях и наружных установках с агрессивной средой, отрицательно влияющих на состояние изоляции, а также в опасных и особо опасных помещениях и наружных установках необходимо применение непрерывного контроля изоляции с УЗО. Классификация устройств непрерывного контроля изоляции и требования к ним изложены в работе [15].

В общем случае выбор способа защиты от поражения электрическим током в установках различной частоты с различным режимом нейтралы должны производиться в зависимости от конкретных условий окружающей среды и схем электроснабжения.

Литература:

1. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергия, 1979. 408 с.
2. Додхудоев М. Д., Сидоров А. И. Принципы и методы нормирования и нормы предельно допустимых уровней напряжения прикосновения и токов промышленной и повышенных частот. //Электробезопасность. Ежеквартальный теоретический и научно-практический журнал ЮУр-ГУ, 2016, № 4, с 53-62.

3. Додхудоев М., Таваров С. Ш., Мираков О. А. Соотношение электрических параметров организма человека по наиболее вероятным путям тока. //Международный науч.-исследовательский журнал. Екатеринбург, 2018, Ч1. № 6. С. 33- 38.

4. Додхудоев М. Д., Таваров С. Ш., Мираков О. А. Количественные и качественные характеристики пороговых токов различной частоты. //Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург, 2019, Ч. 1. № 1 (79). С. 75 – 79

5. Додхудоев М. Д., Вохидов М. М. Количественная оценка электрического сопротивления организма человека. //Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. № 3 (47) 2019. С 40-45.

6. Додхудоев М. Д., Вохидов М. М. Качественная оценка электрических параметров тела человека. //Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. № 2 (46) 2019. С. 20 - 26

7. Бунько В. А., Волотковский С. А., Пивняк.Г. Г. Повышение безопасности рудничной электровозной откатки. М.: Недра, 1978. 200 с.

8. Колосюк В. П. Защитное отключение рудничных электроустановок. М.: Недра, 1980. 334 с.

9 Ягудаев Б.М., Шишкин Н.Ф., Назаров В. В. Защита от электропоражения в горной промышленности. М.: Недра, 1982. 153 с.

10 Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. Изд. 3-е, перераб. и доп. Л.: Энергия, 1976. 344 с.

11. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности /Л. В. Гладилин, [и др]. М.: Недра, 1977. 327 с.

12. Щуцкий В. И., Додхудоев М. Д. О принципах нормирования электрических параметров тела человека и сопротивления изоляции электроустановок. //Электробезопасность на горнорудных предприятиях чёрной металлургии СССР. Тез. докл. II Всесюз. науч.-техн. конф. 30. авг. 1979 г. Днепропетровск-Марганец, 1979, с 112-114.

13. Гордон Г. Ю., Вайнштейн Л. И. Электротравматизм и его предупреждение. М.: Энергоатомиздат, 1986. 256 с.: ил.

14. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельные допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

15. Цапенко Е.Ф. Контроль изоляции в сетях до 1000 В. М.-Л.: Энергия, 1972. 152 с.

АЛОМАТҲОИ МУҚОИСАВИИ ХАТАРНОКИИ ДАСТГОҲҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ БАСОМАДҲОИ ЧАРАЁНАШ ГУНОГУН

М.Д. Додхудоев

Дар мақола аломатҳои муқоисавии хатарнокии дастгоҳҳои электрикии басмадҳояш ҳархела дида баромада шуда, натиҷаҳои муқоисавии хатарнокии онҳо аз рӯи речаи кории бетарафаки онҳо ва воситаҳои ҳимоя аз зарароварии чараёни электрикӣ ба инсон оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: дастгоҳҳои электрикӣ, речаи бетарафак, басомади чараён, чараёни имконпазир, шиддати расиш, муқовимати оик.

COMPARATIVE HAZARD CRITERION FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS DIFFERENT FREQUENCY

M.D. Dodkhudoev

The article examines the criterion of comparative danger of electrical installations of different frequencies. The results of a comparative hazard of electrical installations of different frequencies with different modes of neutral and applied means of protection against human electric shock are presented.

Keywords: electrical installations, neutral mode, current frequency, permissible current, touch voltage, insulation resistance.

Сведения об авторе:

Додхудоев Мамадризо Додхудоевич – к.т.н., доцент кафедры “Электроснабжение” ТТУ им. акад. М.С.Осими. Тел: (+992) 93-944-45-18. Email: rizo-1917@mail.ru

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Н. М. Зайцева

Инновационный Евразийский университет, г.Павлодар, Казахстан

Статья посвящена описанию программной реализации оценки уровня электробезопасности электроустановок на основе определения удельного электрического

сопротивления слоев грунта ρ в интересующей исследователя зоне в конкретных климатических условиях. Значение ρ грунта зависит от множества

факторов, которые могут значительно изменяться в течение года. В виду этого все расчеты выполнялись на основе одного из направлений искусственного интеллекта: нечеткой логики.

Ключевые слова: электробезопасность, удельное электрическое сопротивление грунта, моделирование, нечеткая логика, функции принадлежности, напряжение прикосновения, шаговое напряжение.

Электротравматизм по сравнению с другими видами производственного травматизма составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым и смертельным исходом занимает одно из первых мест. Устройства заземления, предназначенные для обеспечения принятых режимов работы энергоустановок, имеют и функцию защиты от поражения электрическим током путем отвода в землю потенциала, появившегося на корпусе электрооборудования в случае его аварийной работы.

Все формулы расчета заземлений и определения потенциала при стекании тока в землю содержат ρ — удельное электрическое сопротивление грунта, которое зависит от ряда параметров и меняется в очень широких пределах. Существующие методы и рекомендации не позволяют учесть сезонное изменение удельного электрического сопротивления, например, в сезон снеготаяния или в период обильных дождей, а также в период засухи или сильных морозов, что ведет к ошибочному расчету напряжений прикосновения и шага и может способствовать травмированию обслуживающего персонала.

Поэтому для решения поставленной задачи в качестве основного математического аппарата моделирования удельного сопротивления ρ грунта был использован один из методов искусственного интеллекта, нечеткая логика [1]. Разработка моделей ρ и оценки электробезопасности электроустановок велась в четыре этапа.

Этап 1. Построение зависимостей $\rho(v)$ от влажности было выполнено на основе методов нечеткой логики и регрессионного моделирования по данным многочисленных экспериментов различного вида грунта для двух интервалов влажности «сухо» и «влажно» каждого интервала в отдельности, объединяя в одно математическое выражение с помощью инструмента нечеткой логики: системы размытых правил. Нечетко определялась влажность, которая

характеризуется такими понятиями, как: - "сухо" - примерно от 0 % до 3-4%, "умеренно влажно" - примерно от 4 % до 12%, "влажно" - примерно от 12 % до насыщения грунта влагой.

Для одномерной зависимости (речь идет о параметре влажность грунта) система размытых правил имеет вид [1,2]:

$$IF x \in A_i THEN y = \eta_i(x), i = 1, \dots, N$$

где A_i имеют функцию принадлежности $\mu_{A_i}(x)$. Для описания нечеткой принадлежности к интервалам приняты экспоненциальные функции:

$$\mu_{A_1}(x) = e^{-c \cdot (x-d)^2}$$

$$и \mu_{A_2}(x) = 1 - e^{-c \cdot (x-d)^2},$$

где коэффициенты c и d определяют степень нечеткости и положение на числовой оси параметра влажность. $\mu_{i+1} = 1 - \mu_i$.

Регрессионные кривые были построены с использованием показательной функции: В результате получены уравнения удельного сопротивления для песка $\rho_{п}$, супеси $\rho_{с}$ и глины $\rho_{г}$, [3], где v – влажность грунта в процентах:

$$\begin{aligned} \rho_{п} &= 6 \cdot 0,3^v \cdot \mu_1(v) + 1 \cdot 0,7^v \cdot \mu_2(v) \\ \rho_{с} &= 90 \cdot 0,1^v \cdot \mu_1(v) + 0,3 \cdot 0,8^v \cdot \mu_2(v) \\ \rho_{г} &= 100 \cdot 0,25^v \cdot \mu_1(v) + 3 \cdot 0,8^v \cdot \mu_2(v) \end{aligned} \quad (1)$$

Засоленность грунтов сильно влияет на их электропроводность. Для определения величины этого коэффициента введено два нечетких интервала «слабозасоленные» и «засоленные» и определены функции принадлежности

$$\mu_1 = \begin{cases} 1, 0 \leq sol < 0.4 \\ e^{-0.8 \cdot (sol-2)^2}, 0.4 \leq sol \leq 2 \\ 0, sol > 2 \end{cases}$$

$$\mu_2 = \begin{cases} 0, 0 \leq sol < 0.4 \\ 1 - e^{-0.8 \cdot (sol-2)^2}, 0.4 \leq sol \leq 2 \\ 1, sol > 3 \end{cases}$$

Значения коэффициентов засоленности вычисляются с помощью выражения:

$$K_{sol} = \sum_{i=1}^2 \eta_i(sol) \cdot \mu_i(sol)$$

где $\eta_1(sol) = 1$, $\eta_2(sol) = 0.001$.

Для получения удельного электрического сопротивления грунта при конкретной влажности и засоленности необходимо значения, полученные с помощью выражения (1) умножить на K_{sol} .

Этап 2. Поиск зависимостей ρ от отрицательных значений температуры. Для выявления закономерности изменения удельного электрического сопротивления при замерзании влаги в грунте был произведен ряд экспериментов. Эксперименты показали, что при сухом грунте с уменьшением температуры ρ уменьшается по экспоненте, а при влажном – в районе от $0^{\circ}C$ до $-1^{\circ}C$ происходит скачкообразное увеличение ρ , что объясняется кристаллическим строением исследуемых грунтов (пески, супеси). Для расчета величины этого скачка для песка и супеси были выведены следующие формулы[3]:

$$\rho_{П}^1 = \rho_{П}^0 (-0,03 \cdot v^2 + 0,86 \cdot v - 1,9) \quad (2)$$

$$\rho_{С}^1 = \rho_{С}^0 (0,024 \cdot v^2 - 0,022 \cdot v + 0,2)$$

где v - влажность, выраженная в долях, $\rho_{П}^0$ и $\rho_{С}^0$ - удельные сопротивления песка и супеси при $0^{\circ}C$, а $\rho_{П}^1$ и $\rho_{С}^1$ при $-1^{\circ}C$. Расчет удельного электрического сопротивления песка и супеси при температуре ниже $-1^{\circ}C$ может быть выполнен с помощью зависимостей:

$$\rho_{П} = \rho_{П}^1 \cdot 0,87^{(t+1)}, \rho_{С} = \rho_{С}^1 \cdot 0,88^{(t+1)} \quad (3)$$

Анализ значений ρ , полученных с помощью разработанных зависимостей(1-3), показывает, что они входят в диапазоны, указанные в [4]. На этом основании полученная модель применена для определения удельного электрического сопротивления выбранного пользователем типа грунта от влажности и температуры с достаточной для практики точностью.

Этап 3. Климатическая модель параметров грунта. Для построения климатической модели грунта был выполнен анализ годового хода температуры на поверхности земли и для различных глубин по разным районам СНГ. Данные были получены от метеостанций г.Павлодара и г.Новосибирска и взяты из литературы.

Для моделирования колебания t на заданной глубине, на основе вышесказанного и анализа данных метеостанций, была найдена следующая зависимость [5]:

$$t = t_{П} - A_h \cdot \cos \left[\frac{2\pi}{365} (g - 20 \cdot h) \right],$$

где A_h – амплитуда годового колебания t ($^{\circ}C$) на h (м) от поверхности, вычисляемая как:

$A_h = A_{П} \cdot q^h$, q – величина, характеризующая убывание температуры вглубь грунта: $q = \exp\left(\frac{\ln(A_{ПП}/A_{П})}{h_{ПП}}\right)$, $A_{П}$ –

амплитуда годового колебания t ($^{\circ}C$) температуры поверхности грунта, $h_{ПП}$ – глубина постоянной годовой температуры для средних широт $h=15$ метров; коэффициент «20» – учитывает запаздывание (в сутках) максимума годового колебания t на 1м глубины относительно t поверхности грунта; g – дни, $t_{П}$ для средних широт приблизительно равна $8^{\circ}C$, h – глубина от поверхности земли в метрах; $A_{ПП}$ – амплитуда колебания t на глубинах с постоянной годовой температурой (приблизительно $0,1^{\circ}C$), $A_{П} = \frac{T_{Пmax} - T_{Пmin}}{2}$, здесь $T_{Пmax}$ –

максимальная, $T_{Пmin}$ – минимальная среднемесячные температуры за данный год.

Моделирование зависимости влажности v по глубине до 1м. Нечетко определялся интервал значения «глубина». Соответственно этому, введено два интервала: первый - $0 \leq h < 20$ см (выбрано 20см и 100см, т.к. метеостанции измеряют влажность грунта на этих глубинах), второй - $h \geq 100$ см, область переключения между интервалами: $20 \leq h < 100$ см, где h – глубина грунта. Вид функций принадлежности $\mu_1(h)$ и $\mu_2(h)$ представлен на рис.3. Для терма «верхний» на первом интервале $\mu_1(h)=1$, на втором $\mu_1(h)=0$, на переходном интервале

$$\mu_1(h) = 1 - \frac{h - 20}{80}.$$

Определение функций $\eta_1(h)$ и $\eta_2(h)$ выполнено на основе анализа данных метеостанций за период в 4 года, в результате которого были построены многофакторные модели влажности грунта на глубинах 0.2м и 1м. С помощью метода наименьших квадратов была получена трехфакторная модель:

$$v_{20} = 8,06 + 0,03 \cdot o_c - 0,20 \cdot t_{П} - 0,81 \cdot v_{в};$$

$$v_{100} = -4,10 + 0,03 \cdot o_c - 0,007 \cdot t_{П} + 1,3 \cdot v_{в},$$

где o_c - количество осадков, мм; $t_{П}$ – температура на поверхности грунта, $^{\circ}C$, $v_{в}$ - средняя скорость ветра, м/с.

Этап 4. Расчет шагового напряжения с учетом нечетких моделей грунта в зависимости от метеофакторов. На основании разработанных климатических моделей удельного электрического сопротивления грунта была создана

программа (см. рисунок 1), рассчитывающая сопротивление выбранного пользователем вида заземления, а также шаговые напряжения и напряжения прикосновения в случае возникновения аварий, которые выполнялись по известным формулам[6].

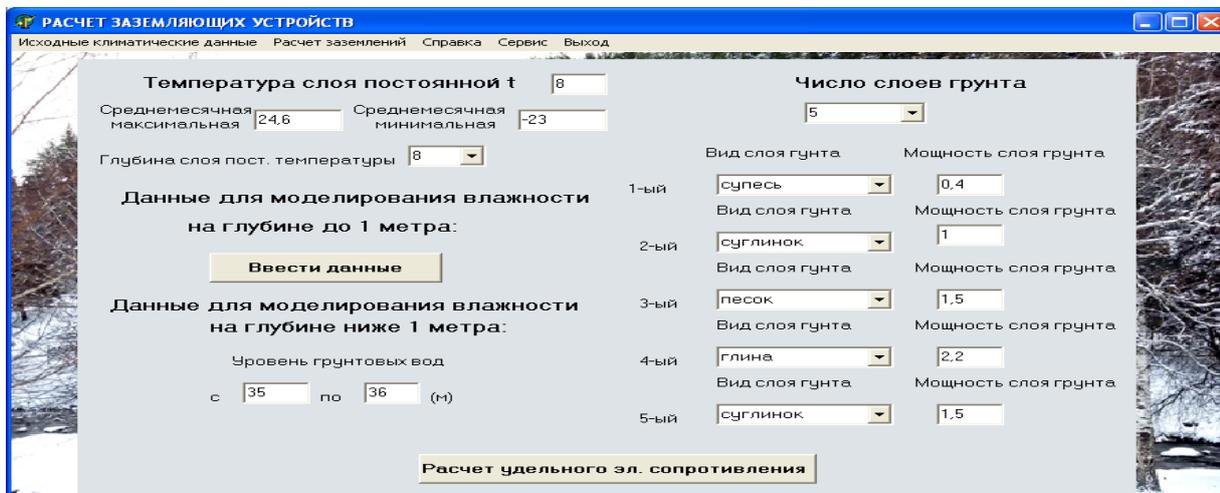


Рис. 1. Распределение машин в разных предприятиях.

Для расчета в программе требуется задать количество слоев грунта, которые имеются в месте расчета заземлений, их вид и толщину, а также усредненные климатические данные за последние 12 месяцев (температуру, количество осадков и силу ветра).

По этим данным идет расчет удельного электрического сопротивления слоев грунта.

На рис. 2 представлен расчет удельного электрического сопротивления ρ четырех слоев грунта на глубинах от 0м до 14м. Верхний слой мощностью 2м – супесь, следующий слой – песок, следующий – глина (толщина слоя-4м) нижний слой - супесь. На глубине 5.3м начинается водоносный слой песка, поэтому значение удельного электрического сопротивления этого слоя близко к нулю, точнее 0.50м·м.

На рисунке 2 приведены кривые, характеризующие удельное электрическое

сопротивление слоев грунта в начале декабря (зеленая линия с маркерами) и в марте, в период активного снеготаянья (синяя сплошная линия). В программе предусмотрен расчет сопротивлений простых и сложных заземлений.

Расчет проводится для наихудшего с точки зрения удельного электрического сопротивления периода года. По желанию пользователя, возможно формирование графиков изменения сопротивления рассчитываемого вида заземления в течение года. Так на рисунке 3 проиллюстрировано изменение сопротивления горизонтального заземления, установленного на глубинах 0.6м (верхний график), 1м (средний график), 2м (нижний график) в климатической зоне, где глубина промерзания грунта менее двух метров.



Рис. 2. Изменение удельного электрического сопротивления грунта по глубине залегания.



Рис.3. Изменение сопротивления горизонтального заземления в течение года.

Выводы

1. Предлагаемая программа на основе разработанных нечетких моделей позволяет определить удельное электрическое сопротивление грунта в любое время года и на любой глубине с достаточной для практики точностью и на его основе рассчитать заземления любой конструкции и напряжения прикосновения и шаговых напряжений.

2. В программе предусмотрена возможность вывода графиков изменения удельного электрического сопротивления слоев грунта по глубине залегания, а также изменения сопротивления заземления в течение года.

Литература:

1. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965. – № 8. – P. 338-353.
2. Andrzej Piegat. Fuzzy Modelling and Control. Physica Verlag. Heidelberg. 2001.
3. Zaytseva, N.M., D.S. Zaytsev and M. Ya. Kletsel. Dependences of Soil Electrical Resistivity on Moisture Content and Temperature. // Electrical Technology Russia, 2008, Issue 9, pp 30-34.
4. Карякин, Р.Н. Заземляющие устройства электроустановок. Справочник / Р.Н. Карякин. - М.: Энергосервис. - 2002.
5. N.M.Zaytseva, V.B.Isabekova & M.Ya.Kletsel'. Determination of soil parameters to calculate soil resistivity.//Russian Electrical Engineering, 2015, Vol. 86, Issue 5, pp 275–281.
6. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1984.-448с.

**ИҶРОИ НАРМАҶЗОРИ
МУАЙЯНКУНИИ ДАРАҶАИ
БЕХАТАРИИ ЭЛЕКТРИКИИ
МАҶМУАҶОИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКӢ АЗ
ИСТИҶОДАИ FUZZY LOGIC**

Н.М. Зайцева

Мақола ба тавсифи татбиқи нармафзор оид ба арзёбии сатҳи беҳатарии электрикии

дастгоҳҳои барқӣ дар асоси муайян кардани муқовимати барқии қабатҳои хок ρ дар минтақаи манфиатдор барои муҳаққиқон дар шароити мушаххаси иқлим бахшида шудааст. Арзиши ҳақиқӣ аз омилҳои зиёде вобаста аст, ки метавонанд дар тӯли сол ба таври назаррас фарқ кунанд. Бо назардошти ин ҳамаи ҳисоб дар асоси яке аз самтҳои зехни сунъӣ: мантиқи номуайян иҷро карда шуданд.

Калимаҳои калидӣ: амнияти барқ, шиддати ламсӣ, шиддати қадам, муқовимати барқи хок, моделсозӣ, мантиқи номуайян, вазифаҳои узвийат.

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF DETERMINING THE LEVEL OF ELECTRICAL SAFETY OF ELECTRICAL COMPLEXES USING FUZZY LOGIC

N.M. Zaytseva

The article describes the software implementation evaluation of the level of electrical installations on the basis of determination of electrical resistivity of the soil ρ in the researcher is interested in area specific climatic conditions. The value of soil ρ depends on many factors that can change significantly over the course of the year. In view of this, all calculations were performed on the basis of one of the directions of artificial intelligence: fuzzy logic.

Keywords: electrical safety, ground resistivity, modeling, fuzzy logic, accessory functions, touch voltage, step voltage.

Сведения об авторе:

Зайцева Наталья Михайловна – к.т.н., доцент кафедры Информационных технологий, ассоциированный профессор (доцент). Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, Казахстан, E-mail: zaitzevns@mail.ru

АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4-35 кВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Н.Х. Табаров

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье анализируются несчастные случаи в распределительных электрических сетях 0,4-35 кВ ОАХК «Барки Точик» Республики Таджикистан. Приведены распределение несчастных случаев по дням недели; времени суток; возрасту; пострадавшего травмирующим факторам и другим необходимыми для оценки и разработки мероприятий по снижению травматизма уменьшению уровня электробезопасности в рассматриваемых сетях. Определено удельное число несчастных случаев на километр обслуживаемых ЛЭП по РЭС-ам. Установлено, что наиболее часто персонал травмируется в следующие интервалы времени: 7-8 утра, 11-12 и 13-16 часов. Дни недели в которые происходит больше всего несчастных случаев: понедельник, среда и пятница. Более 50% смертельных случаев приходятся на возрастную группу до 30 лет. Наибольшее число несчастных случаев приходится на распределительные сети 6-10 кВ.

Ключевые слова: несчастные случаи, удельное число несчастных случаев, электротравматизм.

Выполненный ранее анализ электротравматизма [1] в электрических сетях 0,4-35 кВ Республики Таджикистан показал, что несмотря на уменьшение показателей электротравматизма, число электропоражений все ещё велико. При этом надо отметить, что основной причиной несчастных случаев

(НС) является неудовлетворительная организация производства.

По материалам энергоснабжающей организации ОАХК «Барки Точик» были анализированы различные факторы, сопутствующие травматизму. Анализ данных охватывал последние 19 лет с первого января 1999 по тридцать первое декабря 2017 года.

На рис.1 приведено распределение несчастных случаев, имевших место в указанный период, по дням недели.

В табл. 1 приводятся личная характеристика пострадавшего (пол) и возраст электротехнического персонала.

Из табл. 3 видно, что пострадавшим от НС являются электротехнический персонал мужского пола, возрасти пострадавших лиц составляют: 25-29, 29-34 лет.

В последние годы уровень подготовки электротехнического персонала, работающих в энергоснабжающие предприятия снижается и применяемые мероприятия для уменьшения уровня электротравматизма недостаточно эффективны, что требует усовершенствования действующих и разработки новых мероприятий, позволяющие уменьшить уровень электротравматизма.

В табл. 4 приводятся травмирующие факторы, т.е. виды действующих факторов, приведшие к несчастным случаям в рассматриваемых годах в местах принадлежности районных электрических сетях с числовыми данными.

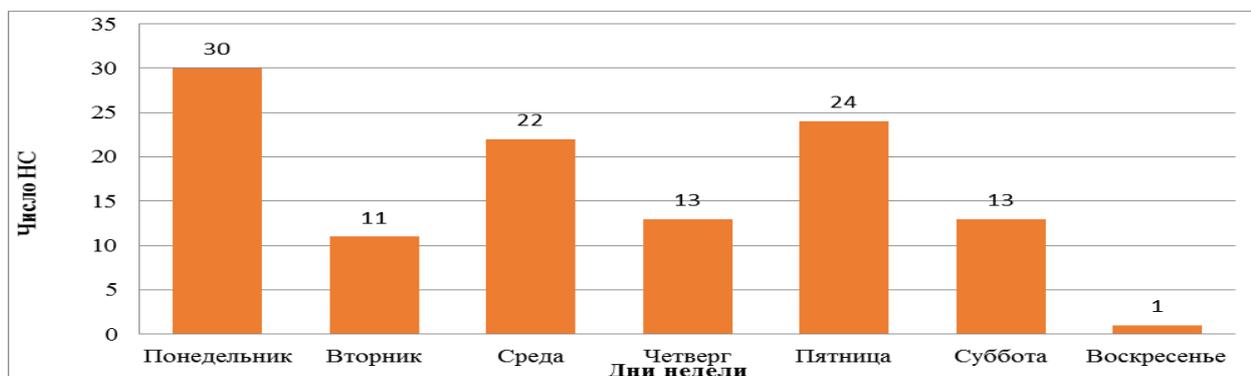


Рис. 1. – Распределение несчастных случаев по дням недели.

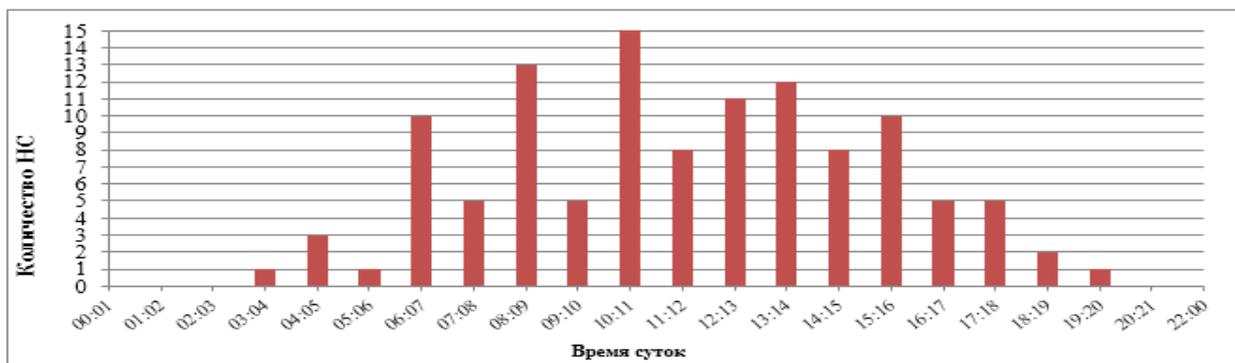


Рис. 2. Распределение несчастных случаев по времени суток.

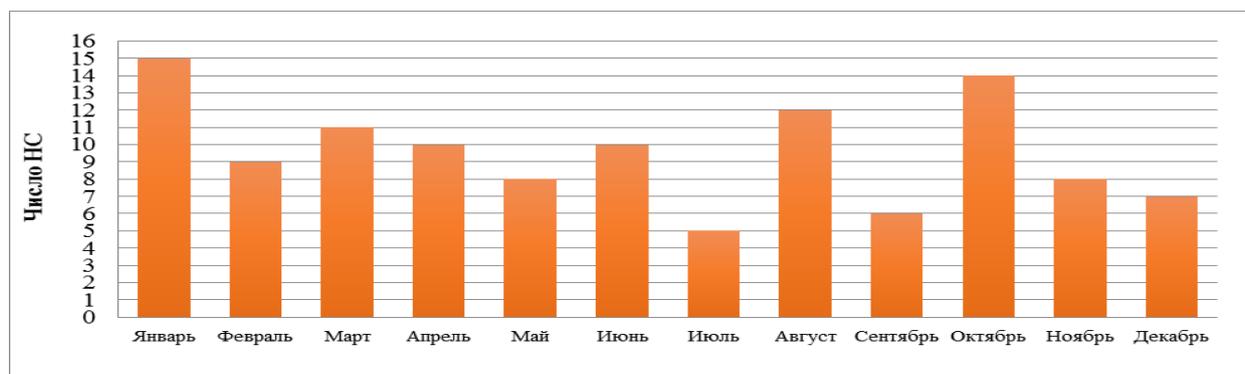


Рис. 3. Распределение несчастных случаев по месяцам года.

Таблица 1.

Личная характеристика пострадавшего (пол) и возраст электротехнического персонала в период 2006 – 2016 годы.

| Года | Возраст | | | | | | | | |
|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 18-19 | 19-20 | 20-24 | 25-29 | 29-34 | 34-39 | 39-44 | 44-49 | 50-55 |
| 2006 | | | 1 | | | | | | |
| 2007 | | | | | | | | | |
| 2008 | | | | | | 1 | | | |
| 2009 | | | | | | | | | 1 |
| 2010 | | | | | | 1 | | | |
| 2011 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 2012 | | | | | | | 1 | 1 | |
| 2013 | | | 1 | 2 | 2 | | | | |
| 2014 | | | 2 | 4 | 2 | | 1 | | |
| 2016 | | | | 2 | 1 | | | 1 | |
| Всего | 27 | | 4 | 9 | 6 | 2 | 2 | 2 | 1 |

Таблица 2.

Травмирующий фактор в местах принадлежности районных электрических сетях Республики Таджикистан.

| Года | Эл. Ток | Эл. дуга | Движущиеся машины механизмы | Падение | Прочие |
|------|--------------------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| 1999 | 1-ЦЭС, 1-ГБАО | 1-Кул. ЭС | | 2-Ленин. ЭС | 1-Ленин. ЭС 1-ЮЭС |
| 2000 | 1-Кул. РЭС | 1-ЮЭС | 1-Кул. ЭС 1-Душ. ЭС | | 1-Душ. ЭС 1-Пендж. ЭС 1- Ленин. ЭС |
| 2001 | | 1- Ленин. ЭС | 1-Душ. ЭС | 1-ЮЭС | 1-Кул. РЭС 1-Пендж. ЭС 1-Турсун. РЭС |
| 2002 | 1-ЮЭС | 1- Ленин. ЭС | 1-ГБАО | 1-Душ. ЭС 1-Кул. РЭС | 1-Душ. ЭС |
| 2003 | 2-Ленин. ЭС 1-Душ. ЭС 1-ЦЭС | | 1-ЮЭС 1- Ленин. ЭС | 2-Кул. ЭС | |
| 2004 | | | | | |
| 2005 | 2-Кул. ЭС 1- Ленин. ЭС | | | 1-ЮЭС 1-Кул. РЭС 1-Душ. ЭС | 1-Кул. РЭС 1-Душ. ЭС |

| | | | | | |
|-------|--|---------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------------|
| 2006 | 2- Ленин. ЭС 3-Кул. ЭС 1-ЦЭС 1-Турс. РЭС | | | | |
| 2007 | 2- ЮЭС 3- Душ. ЭС | | 2-Душ. РЭС 1-Кул. ЭС 1-ЦЭС | | 1- Кул ЭС |
| 2008 | 2- Кул. ЭС 1-ЦЭС 1 – Истар. ЭС | 1- Кул. ЭС | | | |
| 2009 | 2- ЦЭС 1-Кул. ЭС 1 – ЮЭС | 1-Ленин ЭС | | 1 – ЮЭС | 1-Душ. ЭС 1 – Истар. ЭС |
| 2010 | 1-Душ. ЭС 1- Кул. ЭС | | | | 1- Пендж. ЭС |
| 2011 | 3 – ЮЭС 1-Душ. ЭС 1-Турс. РЭС | 2-Ленин. ЭС 1- Кул. ЭС | | | |
| 2012 | 1 – Истарав. ЭС 1-Ленин ЭС 1- Кул. ЭС | 1- Кул. ЭС | | | |
| 2013 | 1-Душ. ЭС 2-ЦЭС | | | 2-Ленин. ЭС | 2-Ленин. ЭС |
| 2014 | 6-Душ.ЭС 1 – Истар. ЭС 3-Ленин. ЭС | 1-Душ. ЭС | | | |
| 2015 | 2-Ленин. ЭС | | | | 1-Кул. РЭС 1- Пендж. ЭС |
| 2016 | 1-Согд. ЭС | | | | |
| 2017 | 1-Куляб ЭС 1 – ЦЭС | | 2 – ДТЭЦ | | |
| Всего | 105 | 11 | 12 | 14 | 20 |

Примечание: Ленин. ЭС – Ленинабадские электрические сети, Кул. ЭС – Кулябские электрические сети, Турс. ЭС – Турсунзадевские электрические сети, Пендж. ЭС – Пенджекентские электрические сети, Душ. ЭС – Душанбинские электрические сети, ЦЭС – центральные электрические сети, ЮЭС – Южные электрические сети, Истар. ЭС – Истаравшанские электрические сети, ГБАО - электрические сети Горно-Бадахшанской автономной области.

Из табл. 4 видно, что за анализируемые годы:

26 – НС произошли в Кулябских электрических сетях;

9 – Центральные электрических сетях;

26 – Ленинабадских электрических сетях;

15 – Южных электрических сетях;

3 – Турсунзадевских электрических сетях;

26 – Душанбинских электрических сетях;

4 – Пенджекентских электрических сетях;

4 – Истаравшанских электрических сетях;

2 – электрических сетях Горно-Бадахшанской автономной области.

Таким образом, из полученных данных (табл. 4) следует, что больше всех НС наблюдаются в Ленинабадской, Душанбинской и Кулябской электрических сетях – по 26 НС в каждый из них.

Ниже в табл. 5 указаны РЭС, по которым зарегистрированы НС за период с 1999г. по

2017г, т.е. за 19 лет., средняя протяженность обслуживаемых ими линий (в основном 0,4-35кВ) за указанный период, число НС и удельное число НС на километр линий. Из сопоставления удельного числа НС по РЭС ОАХК «Барки Точик» видно, что это число составляет от $0,78 \cdot 10^{-3} \text{ НС/км.}$ до $8,56 \cdot 10^{-3} \text{ НС/км.}$ Наибольшее удельное число НС имеет место в столице г. Душанбе, в Ленинабадских ЭС и Кулябских ЭС. Лучшие показатели по удельному числу НС в Центральные, Истаравшанских и Южных электрических сетях. При общей средней протяженности ЛЭП 50270,8,7км и 113 несчастных случаев по восьми РЭС среднее удельное число НС составляет $2,25 \cdot 10^{-3} \text{ НС/км.}$

В табл. 6 приводятся классы напряжения электрических сетей 0,4 -/10-35 кВ, в которых произошли несчастные случаи в рассматриваемых годах.

Таблица 3.

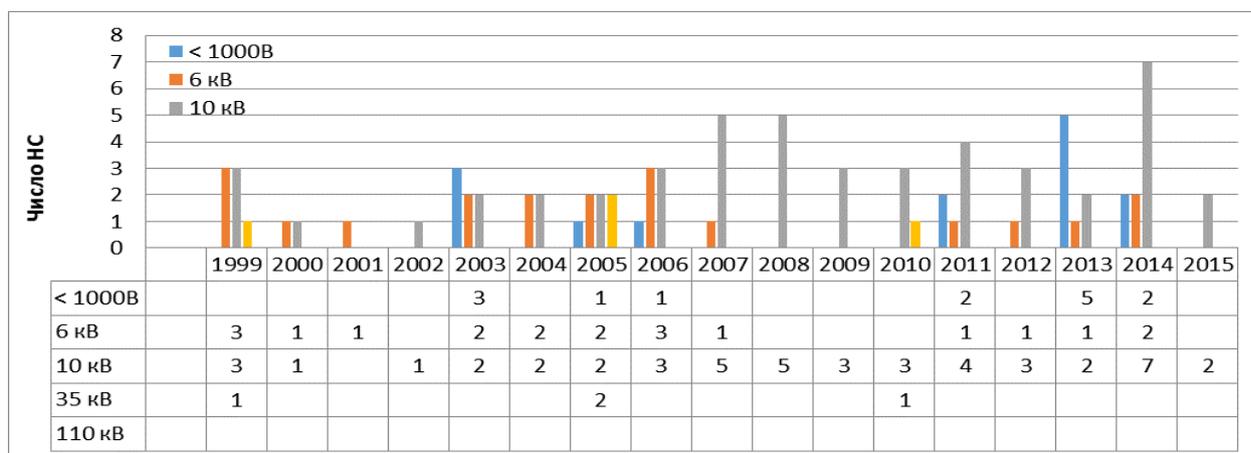
Удельное число НС в РЭС-ах ОАХК «Барки Точик» за 1999-2017 годы.

| № п/п | РЭС | Протяженность ЛЭП, км | Число НС | Удельное число НС, на 100км длины линий |
|------------|-----------------|-----------------------|----------|---|
| 1. | Душанбинская | 3034,6 | 26 | 0,856 |
| 2. | Ленинабадская | 7366,6 | 26 | 0,353 |
| 3. | Кулябская | 7704,4 | 26 | 0,337 |
| 4. | Турсунзадевская | 1403,2 | 3 | 0,214 |
| 5. | Пенджекентская | 2804,0 | 4 | 0,142 |
| 6. | Южные | 13005,0 | 15 | 0,115 |
| 7. | Центральное | 11534,0 | 9 | 0,077 |
| 8. | Истаравшанская | 5209,0 | 4 | 0,078 |
| И Т О Г О: | | 50270,8 | 113 | 2,24 |

Таблица 4.

Напряжение участков и число НС в них.

| Года | < 1000В | 6 кВ | 10 кВ | 35 кВ |
|-------|---------|------|-------|-------|
| 1999 | | 3 | 3 | 1 |
| 2000 | | 1 | 1 | |
| 2001 | | 1 | | |
| 2002 | | | 1 | |
| 2003 | 3 | 2 | 2 | |
| 2004 | | 2 | 2 | |
| 2005 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 2006 | 1 | 3 | 3 | |
| 2007 | | 1 | 5 | |
| 2008 | | | 5 | |
| 2009 | | | 3 | |
| 2010 | | | 3 | 1 |
| 2011 | 2 | 1 | 4 | |
| 2012 | | 1 | 3 | |
| 2013 | 5 | 1 | 2 | |
| 2014 | 2 | 2 | 7 | |
| 2015 | | | 2 | |
| ВСЕГО | 14 | 20 | 48 | 4 |



Из табл.6 видно, что больше всех несчастные случаи происходили в распределительных сетях напряжением 6-10 кВ. Таким образом, при разработке мероприятий по повышению уровня электробезопасности в распределительных электрических сетях основной акцент необходимо

будет делать на электрооборудование напряжением свыше 1000 В, а именно, 6-10 кВ.

В табл. 7 приводятся электротехнические оборудование, в которых произошли несчастные случаи. Как было сказано выше основными напряжениями, где происходят частые несчастные случаи являются напряжения 6-10 кВ.

Таблица 5.

Электротехническое оборудование, при работе на котором произошел несчастный случай.

| № п/п | Наименование оборудования | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Электрические сети, контактные сети, троллеи, внутренняя проводка, ошиновка распределительных устройств, щитов, сборки | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Воздушные линии | 1 | | 1 | | 3 | | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | Кабельные линии | | 1 | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | |
| 3 | Ошиновка распределительных устройств, щитов, сборок | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |
| Трансформаторы, силовые, автотрансформаторы, вольтодобавочные, сварочные, переносные, измерительные напряжения, измерительные тока, дугогасящие реакторы, токоограничивающие реакторы, уравнивательные реакторы | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Силовые | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | 1 | | |
| Коммутационная аппаратура | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Выключатели | 3 | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | |
| 2 | Выключатели нагрузки | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Разъединители | 1 | | | 1 | | | | 2 | | | 2 | | | | | | |
| Пульты управления, комплекты защиты, шкафы управления и сигнализации | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Шкафы распределительные | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| 5 | Вводно-распределительные устройства | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| Прочие | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Падения с опор | 1 | | 1 | 1 | 2 | | 2 | 1 | 3 | | 1 | | 1 | | | | |
| 2 | ДТП | | 2 | 2 | 1 | 4 | | 1 | | 1 | | 2 | 1 | | | | | 1 |
| 3 | Падения оборудования/ВЛ на персонал | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| 4 | Природные явления | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| 5 | НС внутри зданий ОАХК «Барки Точик», и подразделений | | | | 2 | | | 5 | 1 | | | | | | | | | |
| 6 | Наезд машин | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Итого | | | | 7 | 13 | | 13 | 12 | 10 | 4 | 7 | 4 | 7 | 2 | | | |

Таблица 6.

Несчастные случаи от действия электрического тока, приведшие к тяжелым последствиям и смертельным исходам.

| № п/п | Дата | Время | Дни недели | Должность | Группа по ТБ | Возраст, лет | Место НС, причина | Вид поражения | Исход |
|-------|-----------|---------|-------------|---------------------|--------------|--------------|---|---|--------------|
| 1. | 22.03.08 | 9-00 | Суббота | Водитель-эл. монтер | 2 | 50 | КТП-10/0,4, не соблюден. п.п.3.1.2, 5.3.1, 5.5.1 ПТБ | Ожоги 1 и 2 степени лица, шеи правой руки и груди | Поражение |
| 2. | 22.10.09 | 10-52 | Четверг | Инженер | 4 | 28 | Шины 10кВ, не соблюден. п.п. 3.1.2, 5.3.1, 5.5.1 ПТБ | Не отмечается | Поражение |
| 3. | 30.03.10 | 2-15 | Вторник | Водитель-эл. монтер | 3 | 41 | ГКТП-10/0,4; не соблюден. п.п. 3.2.2, 3.2.13., 5.1.1 и 5.1.4 ПТБ | Не отмечается | смертельный |
| 4. | 15.08.11 | 9-20 | Понедельник | эл. монтер | 2 | 33 | ВЛ – 0,4кВ, не соблюден. п. 5.1.1 ПТБ | Ожоговые электрометки на правой руке и правой части груди | смертельный |
| 5. | 07.12.11 | 14-30 | Среда | эл. монтер | 4 | 28 | На опоре 6кВ ВЛ; не соблюден. п.п. 4.12.1, 5.1.1, 5.1.3, 5.4.4, 5.6.9 ПТБ | Не отмечается | смертельный |
| 6. | 07.05.12 | 12-55 | Понедельник | эл. монтер | 4 | 42 | На ВЛ 10кВ, самовольная работа, не соблюдение п.п. 5.1.1, 5.1.2, 3.27 ПТБ | Ожоговые метки на руках | смертельный |
| 7. | 21.10.12 | 10-46 | Воскресение | эл. монтер | 4 | 42 | На ВЛ 10кВ, самовольная работа, не соблюдение п.п. 5.1.1, 5.1.2, 3.27 ПТБ | Ожоги III степени, лишился обеих рук | Поражение |
| 8. | 31.01.13 | 06-45 | Четверг | эл. монтер | 3 | 25 | На стороне 10кВ ТП; не соблюдение п.п. 3.1.2, 3.1.5, 3.1.8, 3.2.2 ПТБ | поражение электрическим током | Смертельный |
| 9. | 31.01.13 | 15-15 | Четверг | эл. монтер | 4 | 29 | На 10кВ ТП; не соблюдение п.п. 3.1.2 ПТБ, падение на крышу КТП – 10 | Ожог пальцев правой руки | Поражение |
| 10. | 19.08.13. | 11-30 | Понедельник | эл. монтер | 3 | 25 | ВЛ 0,4кВ; не соблюдение п.п. 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1, 3.2.7; падение с ж/б опоры | Черепно-мозговая травма | Поражение |
| 11. | 23.08.13 | 11-00 | Пятница | эл. монтер | 3 | 28 | ВЛ 0,4кВ, падение | Травма грудной клетки | 1.09.13 умер |
| 12. | 20.09.13 | 18-20 | Пятница | эл. монтер | 2 | 25 | ВЛ 6кВ работа на опоре, не соблюдение падения с опоры; не соблюдение п.п. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.7, 5.2.1, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 14.1.14 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 13. | 07.04.14 | - | Понедельник | эл. монтер | 4 | 44 | ТП 10кВ; не соблюдение п.п. 3.1.2, 3.2.2, 3.2.7, 5.1.1, 5.1.3, 5.1.4 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 14. | 23.05.14 | 10-15 | Пятница | эл. монтер | 2 | 25 | ТП 10кВ; не соблюдение п.п. 3.2.2, 4.1.11 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 15. | 26.05.14 | 15-09 | Понедельник | эл. монтер | 3 | 33 | КТП – 10кВ; не соблюдение п.п. 3.2.2, 4.1.11 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 16. | 21.06.14 | 7-00 | Суббота | эл. монтер | 4 | 33 | Опора ВЛ 10кВ; не соблюдение п.п. 3.2.2, 4.5.1, 5.2.1 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 17. | 27.08.14 | 11-05 | Среда | Инженер МСРЗАИ | 3 | 24 | п/ст 110/35/10; не соблюдение п.п. 3.2.2, 3.2.7, 4.1.11, 4.7.1 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 18. | 28.11.14 | 14-25 | Пятница | эл. монтер | 4 | 28 | На ж/б опоре ВЛ 10кВ; не соблюдение п.п. 3.1.2, 3.2.2, 3.2.7 ПТБ | Поражение током | Смертельный |
| 19. | 23.02.15 | 7 – 30 | Понедельник | Электрик МП ЭС | | | Травма от камнепада | Травма ноги | Травма |
| 20. | 21.07.15 | 5 – 15 | Вторник | Эл. монтер | | | ТП 10кВ, не соблюдение ПТБ 3.1, 3.2.7, 5.1.1, 6.7.7 | Электротравма | Смертельный |
| 21. | 20.10.15 | 10 – 00 | Вторник | Эл. монтер | | | Нарушение ПТБ 3.2.1, 4.1.2, 4.1.6, 4.12.1, 5.1.1, | Электротравма | Смертельный |
| 22. | 04.11.15 | 14 – 15 | Среда | Инспектор зн.сбыта | | 53 | Дорожно-транспортное происшествие | ДТП | Смертельный |
| 23. | 11.01.16 | 12 – 00 | Понедельник | Эл. монтер | | | Падение с опоры 10кВ. Нарушение ПТБ п. 4.1.3, 14.12, 14.1.3 | Падение с опоры | Смертельный |
| 24. | 04.10.16 | 15 – 30 | Вторник | Эл. монтер | | | Поврежд. металл. опоры 110кВ. Нарушения ПТБ 3.2.1, 3.2.2, 5.6.4 | Травма | Смертельный |
| 25. | 28.09.16 | 15 – 15 | Среда | Эл. монтер | | | Самовольн. работа на ЛЭП 10кВ. нарушен ПТБ 3.2.1, 3.2.2, 5.6.4 | Электротравма | Смертельный |
| 26. | 27.01.17 | 19 – 30 | Пятница | Охранник | | | Дорожно-транспортное происшествие | ДТП | Смертельный |
| 27. | 12.02.17 | 15 – 00 | Воскресенье | Водитель | | | Дорожно-транспортное происшествие | ДТП | Смертельный |
| 28. | 16.08.17 | 14 – 40 | Среда | Зам.нач. службы ПКГ | | 40 | Электротравма. нарушение ПТБ 3.2.2, 4.1.3, 4.1.7, 4.1.9 | Поражение током | Смертельный |
| 29. | 21.09.17 | 14 – 20 | Четверг | Эл. монтер | | | Электротравма. нарушение ПТБ 3.1.2, 3.2.2 | Поражение током | Смертельный |

Из табл. 7 видно, что частые несчастные случаи с электропоражением происходят в электрических сетях: воздушных линиях и ошиновках распределительных устройств, щитов, сборок; в силовых трансформаторах; в коммутационных аппаратах: разъединителях и высоковольтных выключателях; в пультах управления, комплекты защиты, шкафы управления и сигнализации; распределительных шкафах и вводно распределительных устройствах.

При этом (табл. 7) необходимо отметить и следующий фактор, что чаще несчастные случаи происходят с неэлектротехническим персоналом, относящийся к прочим несчастным случаям.

Таким образом, из проведенного анализа за последние 19 лет можно установить, что электробезопасность, несмотря на проведенные различные мероприятия по уменьшению электротравматизма, находится на низком уровне.

Для уменьшения показателей уровня электробезопасности необходимо разработать единую мероприятию, охватывающий общий сектор проблем.

По материалам энергокомпании республики НС за 2008 – 2017 годы (табл. 8) привели к 23 случаям со смертельным исходом и 6 случаям с тяжелым последствием. На рис. 1 указан пострадавший водитель – электромонтер 2-ой группы по ТБ, который при осмотре КТП 10/0,4кВ 22.03.2008г. был поражен электрическим током, получил ожоги 1-ой и 2-ой степени лица, шеи, под локоть правой руки и правой стороны груди. Электромонтер 4-ой группы ТБ при самовольной выполнении работы на ВЛ 10кВ и не соблюдения и ПТБ получил тяжелые ожоги 3-ей степени и в результате лишился обеих рук (Рис.2). Число НС со смертельными исходом по возрасту пораженных и по группе ТБ за 2008 –

2014 годы приведены в табл. 9, а в таб. 10 указанные НС и возраст пораженных. Почти 54% НС приходятся на возрастную группу 24 – 28 лет. Более 61,5% НС произошли в начале и конце рабочей недели.



Рис.1.



Рис.2.

Таблица 7.

| Возраст пораженных, лет | Группа по ТБ | | | Число НС |
|-------------------------|--------------|---|---|----------|
| | 2 | 3 | 4 | |
| 24 – 28 | 2 | 3 | 2 | 7 |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 41 – 44 | - | 1 | 2 | 3 |
| Всего: | 3 | 5 | 5 | 13 |

Таблица 8.

| Дни недели | Понедельник | Вторник | Среда | Четверг | Пятница | Суббота | Воскресенье |
|---------------------------|----------------|---------|--------|---------|----------------|---------|-------------|
| НС со смертельным исходом | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | - |
| Возраст погибших, лет | 32; 42; 33; 44 | 41 | 28; 24 | 25 | 28; 25; 25; 28 | 33 | - |

Литература:

1. Табаров, Н.Х. Анализ электротравматизма в Республике Таджикистан / Н.Х. Табаров // Электробезопасность. – 2014. – №1. – С 47–50.
2. Электробезопасность на производстве. – М.: ВЦ НИИОТ, ВЦСПС. – 1988.-282 с.
3. Гордон, Г.Ю. Электротравматизм и его предупреждение/Г.Ю. Гордон, Л.И. Вайнштейн. – М.: Энергоатомиздат. – 1986.-256 с.
4. Щуцкий, В.И. Электробезопасность на открытых горных разработках / В.И. Щуцкий, А.М. Марвицын, А.И. Сидоров и др. – М.: Недра. – 1983. – 192 с.
5. Глубокова, Т.К., Тряпицын, А.Б., Сидоров, А.И. Анализ травматизма в электроэнергетике России / Т.К. Глубокова, А.Б. Тряпицын, А.И. Сидоров // Электробезопасность. – 2009. – №23. – С. 49–54.
6. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат. – 1991. – 450 с.
7. Исследование путей повышения электробезопасности и надежности изоляции распределительных сетей сельскохозяйственного назначения / П.В. Берлизов, О.С. Ильенко, Ю.Я. Рыбальченко и др. – В кн.: Проблемы электроснабжения, эксплуатации

и электробезопасности сельских электроустановок. – М. – 1975, С .80–81.

ТАҲЛИЛИ ҲОДИСАҲОИ НОХУШ ДАР ШАБАКАҲОИ БАҶҚИ 0,4 – 35КВ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Н.Х. Табаров

Дар мақола ҳодисаҳои нохуш дар шабакаҳои тақсимоти барқии 0,4 – 35кВ ШСХК “Барқи Тоҷик”-и Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳлил карда шудааст. Тақсими ҳодисаҳои нохуш дар рӯзҳои ҳафта оварда шудаанд; вақти шабонарӯз; синну соли ҷабрида аз воқеияти ҷароҳат ва коркарди ҷорабиниҳо барои паст намудани ҷароҳатгирӣ, кам кардани сатҳи хатари электрикӣ дар шабакаҳои мавриди назар. Миқдори ҳоси ҳодисаҳои нохуш ба як километри ХИБ зери хизмати ШБН (РЭС)-ҳо муайян шудаанд. Муайян карда шудааст, ки аз ҳама бисёртар ҳайати корӣ дар фосилаҳои зерини вақт ҷароҳат мегирад: 7-8 пагоҳӣ, соатҳои 11-12 ва 13-16. Рӯзҳои ҳафта, ки дар онҳо ҳодисаҳои нохуш бисёртар ба вучуд меоянд: душанбе, чоршанбе ва ҷумъа. Зиёда аз 50% ҳодисаҳои марговар ба гурӯҳи синнусолии то 30 рост меоянд. Миқдори бисёртари ҳодисаҳои нохуш ба шабакаҳои тақсимоти 6-10 кВ рост меояд.

Калимаҳои калидӣ: ҳодисаҳои нохуш, миқдори хоси ҳодисаҳои нохуш, ҷароҳатпазирии электрикӣ.

ANALYSIS OF ACCIDENTS IN ELECTRICAL NETWORKS 0.4-35 kV OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

N.H. Tabarov

The article analyzes the accidents in the distribution electric networks of 0.4-35 kV OAHK "Barki Tajik" of the Republic of Tajikistan. The distribution of accidents by day of the week is given; time of day; age injured by traumatic factors and other necessary to evaluate and develop measures to reduce injuries, reduce electrical safety in the networks under consideration. The specific number of accidents

per kilometer of power lines served by RES-am was determined. It was found that most often the staff is injured at the following time intervals: 7-8 in the morning, 11-12 and 13-16 hours. The days of the week on which the most accidents occur are Monday, Wednesday and Friday. More than 50% of deaths occur in the age group up to 30 years. The largest number of accidents occurs in distribution networks of 6-10 kV.

Keywords: accidents, specific number of accidents, electric injuries.

Сведения об авторе:

Табаров Нурулло Хайруллоевич – асс. кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ ДЛЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Х.С. Сангов, Ф.О. Исмоилов, С.Р. Чоршанбиев, Ф.Д. Махмадджонов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье показаны возможности использования асинхронной машины в качестве генератора автономной энергоустановки для энергоснабжения для восточных регионов Республики Таджикистан. Представлена разработанная система автоматического регулирования напряжения (АРН) асинхронным генератором для микро-ГЭС. С помощью разработанного экспериментального стенда проведен анализ системы АРН асинхронным генератором. Показана целесообразность использования микроконтроллерной системы АРН с линейными конденсаторами в качестве регулирующего органа.

Ключевые слова: асинхронный генератор, система автоматического регулирования, микро-ГЭС, конденсаторные батареи.

Введение

К основным особенностям современного этапа развития мировой энергетики относятся снижение стоимости энергии и интенсивное внедрение чистых энергетических технологий, в первую очередь, возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1]. Развитие возобновляемой энергетики ведет к появлению не только экологических, но и социально-экономических эффектов, количественная оценка которых необходима при разработке механизмов ее государственной поддержки, при проведении технико-экономических расчетов по проектам и региональным программам в области возобновляемых ресурсов и источников энергии [2-7]. Аналогичные меры реализуются

и в Республике Таджикистан (РТ) в соответствии с программой [8].

Использование альтернативных источников энергоснабжения для северных и восточных регионов РТ особенно актуально вследствие их географического положения. Отдаленность этих территорий от основной электроэнергетической системы РТ определяет огромные материальные затраты по доставке энергоносителей. Основной возможностью использования альтернативных источников энергоснабжения для этих районов является наличие природных факторов, на основе которых возможно создание возобновляемых источников электроснабжения – это гидроресурсы рек и возможность использования энергии ветра в этих регионах [9, 10].

Стоит выделить высокогорный Мургабский район Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) потенциально благоприятный для реализации проектов ВИЭ ввиду выгодного географического расположения, возможности использования больших площадей, приемлемых естественно-климатических условий и наличия электроснабжения от магистральных линий электропередач (ЛЭП). В условиях Мургаба есть много возможностей для строительства локальных мелких электростанций (ГЭС, СФЭС, ВЭС и т.д.). Однако они используются не в полной мере. Всего в Мургабском районе (после модернизации) функционирует единственная малая гидроэлектростанция (МГЭС) «Таджикистан» установленной мощностью 1,5 МВт.

В качестве электромеханических преобразователей в составе малых и микроГЭС находят применение низкоскоростные синхронные генераторы, асинхронные машины с короткозамкнутым ротором и двойного питания в генераторном режиме. Значительный интерес вызывает применение асинхронных машин в генераторном режиме для обеспечения питанием потребителей. Эти машины сравнительно просты по конструкции, весьма надежны в эксплуатации, имеют достаточно высокие энергетические показатели и невысокую стоимость. Асинхронные генераторы (АГ) легко включаются на параллельную работу, а форма кривой выходного напряжения у них ближе к синусоидальной, чем у синхронного генератора (СГ) при работе на одну и ту же нагрузку [11, 12]. Учитывая перечисленные достоинства АГ, его применение в автономных источниках электроснабжения имеет большое будущее, в частности, в микро-ГЭС при устойчивом режиме нагрузки [13].

Таким образом, целью данной работы является создание экономичной и доступной микроГЭС мощностью 3 кВт, выходным напряжением 380 В, частотой 50 Гц, основными частями которой являются: асинхронный генератор, ортогональная турбина (в рамках экспериментальных исследований моделируется машиной постоянного тока) и система автоматического регулирования напряжения (АРН), разработанная специально для данной энергоустановки.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1) создание экспериментального стенда для исследования основных параметров и характеристик АГ с емкостным возбуждением и системы АРН;

2) анализ установившейся работы и определения критического значения емкости для самовозбуждения АГ.

3) сопоставление и анализ расчётно-теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Модель системы автоматического регулирования напряжения асинхронного генератора микро-ГЭС

Система АРН АГ микро-ГЭС (рис. 1) реализована на современных комплектующих изделиях с высокими технико-эксплуатационными параметрами. В нее входят: асинхронный генератор 1 с выходными выводами для подключения нагрузки 2, 3, 4 для подключения нагрузки, к которым постоянно подключены конденсаторы возбуждения 5, три однофазных

автоматических регулятора 6, 7, 8, N одноступенчатых параллельно соединённых регулирующих элементов 9, состоящих из последовательного соединения конденсатора 10 и двунаправленного полупроводникового ключа 11, системы автоматического регулирования 12, содержащей соединенные последовательно однофазный измерительный трансформатор напряжения 13, однофазный мостовой выпрямитель 14, алгебраический сумматор 15, аналого-цифровой преобразователь 16, блок выбора ступени регулирования 17, и формирователь импульсов управления 18 двунаправленными полупроводниковыми ключами.

Система АРН АГ микро-ГЭС работает следующим образом. При вращении ротор асинхронного генератора 1 за счет остаточного намагничивания самовозбуждается от конденсаторов возбуждения 5. Конденсаторы выбираются таким образом, чтобы при холостом ходе напряжение на выводах 2, 3, 4 было номинальным. При изменении активной (активно-индуктивной) нагрузки напряжение на выходных выводах 2, 3, 4 асинхронного генератора также изменяется. Это напряжение поступает на вход системы автоматического регулирования 12, и передается на первичную обмотку однофазного измерительного трансформатора напряжения 13, вторичная обмотка которого соединена с входами однофазного мостового выпрямителя 14. С выхода «+» однофазного мостового выпрямителя постоянное напряжение (V_{actual}) поступает на вычитающий вход алгебраического сумматора 15, на суммирующий вход которого поступает опорное напряжение (V_{ref}), соответствующее номинальному напряжению в сети. На выходе алгебраического сумматора 15 появляется сигнал ошибки, показывающий отклонение текущего напряжения в сети от номинального. Сигнал ошибки поступает на вход аналого-цифрового преобразователя 16, на выходе которого формируется цифровой код. Полученный цифровой код с выхода аналого-цифрового преобразователя 16 поступает на вход блока выбора ступени регулирования 17. В зависимости от значения цифрового кода блок выбора ступени регулирования 17 определяет какие регулирующие элементы 9 необходимо включить и формирует соответствующий выходной сигнал, который поступает на вход формирователя импульсов управления 18. Формирователь импульсов управления 18 подает сигналы включения и выключения на входы управления регулирующих элементов 9. В зависимости от комбинации

управляющих сигналов на входах генератора для стабилизации выходного регулируемых элементов 9 происходит напряжения. изменение емкости возбуждения асинхронного

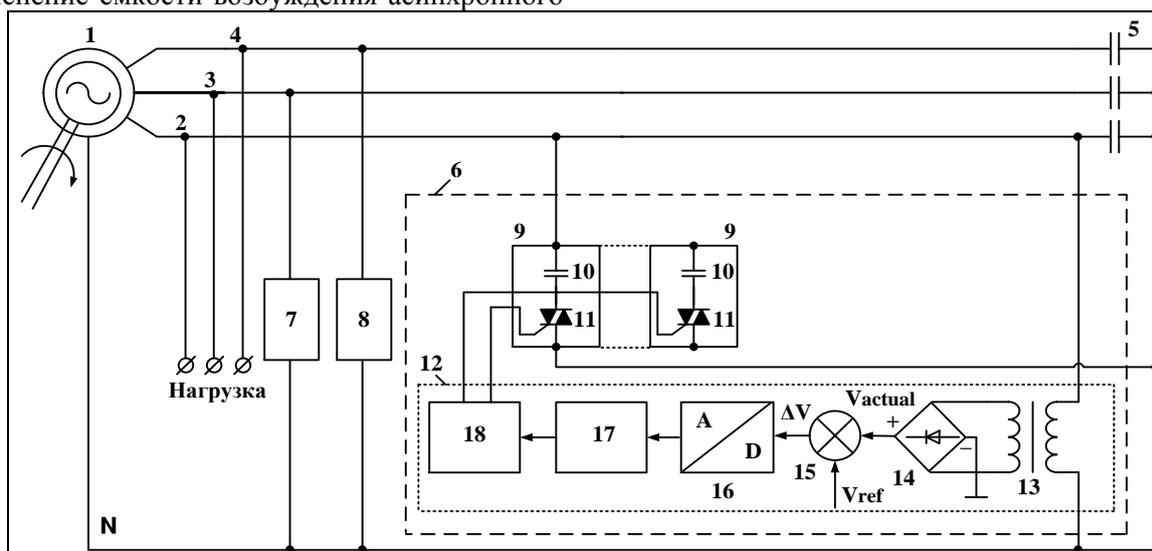


Рис. 1. Функциональная схема реализации системы АРН АГ микро-ГЭС.

При увеличении нагрузки на выводах 2, 3, 4 асинхронного генератора 1 напряжение уменьшается, на выходе алгебраического сумматора 15 появляется положительный уровень сигнала ошибки, и блок выбора ступени регулирования 17 формирует сигнал о необходимости увеличении емкости и происходит переключение регулирующих элементов 9 для подключения дополнительной емкости.

При уменьшении нагрузки на выводах 2, 3, 4 асинхронного генератора 1 напряжение увеличивается, на выходе алгебраического сумматора 15 появляется отрицательный уровень сигнала ошибки, и блок выбора ступени регулирования 17 формирует сигнал о необходимости уменьшении емкости и происходит переключение регулирующих элементов 9 для отключения избыточной емкости. Таким образом, устройство автоматического регулирования и стабилизации напряжения за счет изменения значения емкости конденсаторов приводит асинхронный генератор к новому состоянию равновесия при любой подключаемой нагрузке.

Экспериментальное исследование трехфазного АГ для микро-ГЭС

В качестве АГ для микро-ГЭС были рассмотрены асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серии АИР и АОЛ. Учитывая, что скорость вращения турбины ограничивается скоростями течений рек, а режимы работы машины предполагают большие значения токов в обмотке статора, был выбран низкоскоростной асинхронный

двигатель серии АОЛ2-32-4, номинальные данные которого приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Технические характеристики электродвигателей серии АОЛ.

| Двигатель | Мощность | Об/мин | Ток при 380 В, А | КПД, % | Коэф. мощно-сти | Масса, кг |
|-----------|----------|--------|------------------|--------|-----------------|-----------|
| АОЛ2-32-4 | 3 | 1450 | 6,6 А | 83 | 0,74 | 48 |

В работе [9] авторы указывают, что ортогональная турбина для микро-ГЭС в зависимости от характеристик используемого профиля крыла и параметров водного потока может иметь быстроходность в диапазоне $U=3,5 \dots 5$. При скоростях потока от 2,5 до 3,5 м/с появляется возможность применять недорогие напорные ортогональные турбины, имеющие сравнительно малые массогабаритные характеристики, диаметрами от 150 до 500 мм, обладающие мощностью от 1 до 10 кВт. Номинальная частота вращения таких турбин будет лежать в диапазоне от 500 до 2000 об/мин. В этой связи, в рассматриваемом энергоустановке в качестве турбины принимаем двигатель постоянного тока (ДПТ) с независимым возбуждением со следующими номинальными данными: мощностью 3,2 кВт; номинальное напряжение 230 В; номинальный ток 13,9 А; напряжение возбуждения двигателя

115 В; частота вращения 1450 об/мин; КПД двигателя 88 %.

Для предварительных испытаний генератора в различных рабочих и аварийных режимах был смонтирован экспериментальный стенд (рис. 2). На экспериментальном стенде исследуются основные характеристики и параметры АГ, отработка основных узлов системы АРН, выявление каких-либо конструктивных недостатков при сборке с целью их устранения до установки на микроГЭС.

Экспериментальный стенд (рис. 2) состоит из выпрямительного устройство номинальным напряжением 220 В и номинальным током 25 А для управления двигателем постоянного тока (ДПТ) мощностью 3,2 кВт. Задача этого двигателя – формировать внешнюю характеристику турбины. Через соединительный вал ДПТ соединен с АГ. Питание ДПТ выполнено

через трехфазный автотрансформатор (ЛАТР) и выпрямительный мост, собранный по схеме Ларионова. Питание обмотки возбуждения ДПТ – независимое, ток в ОВ регулируется. Плавное изменение частоты вращения ДПТ достигается за счёт регулирования выходного напряжения ЛАТР. С АГ на систему АРН подаются ток и частота, которые регулируются в заданных пределах в зависимости от подключенной нагрузки. В качестве нагрузки использовалось резистивный нагрузочный блок общей мощностью 4,5 кВт. На входе и выходе системы АРН были подключены измерительные приборы (амперметр, вольтметр и частотомер) для снятия показаний тока, напряжения и частоты. Частоту вращения асинхронного двигателя и ДПТ измеряли с использованием прибора с цифровым отчетом типа ДТ – 2234А.

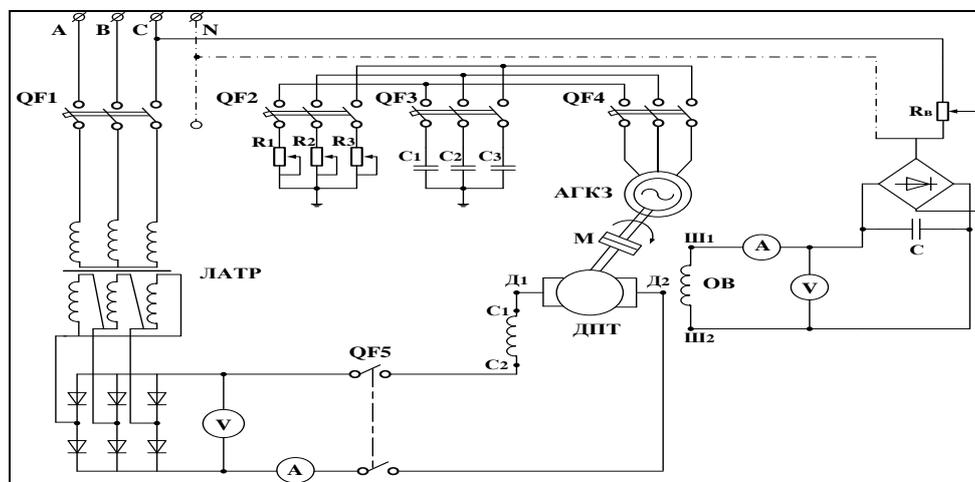


Рис. 2. Функциональная схема испытательного стенда.

Основным недостатком АГ является потребление значительной реактивной мощности (50 % и более от полной мощности), необходимой для создания магнитного поля в машине, которая должна поступать из сети при параллельной работе асинхронной машины в генераторном режиме с сетью или от другого источника реактивной мощности (батарея конденсаторов (БК) при автономной работе АГ [13, 14]. Для этого при решении поставленной задачи параллельно статорной обмотке подключены N однотипных параллельно соединённых регулирующих конденсаторов 9 (см. рис. 1). В рассматриваемой энергоустановке были установлены семь батареи конденсаторов 1, 2, 3, 4, 5, 5 и 3,8 мкФ, при этом батарея 5 (см. рис. 1) на 48 мкФ подключена постоянно для возбуждения АГ на малых частотах вращения. Конденсаторы установлены с

возможностью быстрой замены, в случае выхода из строя.

Таким образом, к основным показателям качества рассматриваемой энергоустановки относятся параметры выходного напряжения, характеризующиеся номинальными величинами и частотой. Поэтому важнейшим элементом энергоустановки является система АРН, обеспечивающая статически устойчивый режим работы гидроагрегата и стабилизацию его выходного напряжения.

Расчёт рабочих характеристик АГ микро-ГЭС и экспериментальные результаты исследования

Под рабочими характеристиками АГ подразумеваются зависимости тока, мощности, коэффициента мощности и КПД от основного параметра нагрузки – скольжения [15]. В [15] приведены основные соотношения, позволяющие рассчитать

рабочие характеристики АГ при различных режимах работы.

Необходимая емкость конденсаторов (мкФ), обеспечивающих самовозбуждение АГ на холостом ходу, определялась по формуле [15]:

$$C = \frac{Q_c}{m \omega_s U_c^2} = \frac{P_H (tg \varphi_T + tg \varphi_H)}{m \omega_s U_c^2}, \quad (1)$$

где $\omega_s = 2\pi f_s$ – угловая частота вращения магнитного поля статора, (рад·с⁻¹); f_s – частота обмотки статора, Гц; P_H – мощность, отдаваемая генератором, Вт; U_c – напряжение на конденсаторах, В; φ_T и φ_H – углы сдвига фаз между напряжениями и токами генератора и нагрузки; m – число фаз.

Расчеты для проведенных опытов на экспериментальном стенде (рис. 2):

1) из опыта на постоянном напряжении активное сопротивление обмотки статора R_1 определялось как [16]:

$$R_1 = \frac{U_{dc}}{2I_{dc}}, \text{ Ом} \quad (2)$$

Из опыта холостого хода трехфазного тока определялось как:

$$I_{л} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}, \text{ А} \quad (3)$$

фазное напряжение

$$U_{\phi.xx} = \frac{U_1}{\sqrt{3}}, \text{ В} \quad (4)$$

эквивалентное полное сопротивление

$$|Z_{\text{экр.хх}}| = \frac{U_{\phi.xx}}{I_{л.xx}} = X_1 + X_m, \text{ Ом} \quad (5)$$

Значение X_1 найдено в расчетах опыта короткого замыкания, тогда полное сопротивление намагничивания X_m , определялось по формуле:

$$X_m = |Z_{\text{экр.хх}}| - X_1, \text{ Ом} \quad (6)$$

ЭДС индуцируемой в фазах обмотки статора генератора

$$E_m = I_m \cdot X_m, \text{ В} \quad (7)$$

в) из опыта короткого замыкания полезная мощность АГ определялась как:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{л} \cdot \cos \varphi, \text{ Вт} \quad (8)$$

отсюда коэффициент мощности генератора определялся по формуле:

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{ген}}}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{л}}, \quad (9)$$

Величина полного сопротивления в цепи генератора при этом будет равна:

$$|Z_{\text{КЗР}}| = \frac{U_{\phi.xx}}{I_1} = \frac{U_1}{\sqrt{3} \cdot I_{л}}, \text{ Ом}$$

(10)

следовательно, угол (θ) полного сопротивления равен:

$$Z_{\text{КЗР}} = R_{\text{КЗР}} + jX_{\text{КЗР}} = |Z_{\text{КЗР}}| \cdot \cos \varphi + j|Z_{\text{КЗР}}| \cdot \sin \varphi, \text{ Ом} \quad (11)$$

активное сопротивление

$$R_{\text{КЗР}} = |Z_{\text{КЗР}}| \cdot \cos \varphi, \text{ Ом} \quad (12)$$

реактивное

$$X_{\text{КЗР}} = |Z_{\text{КЗР}}| \cdot \sin \varphi, \text{ Ом} \quad (13)$$

Для асинхронных машин класса А это реактивное сопротивление принято разделять поровну между ротором и статором, поэтому:

$$X_1 = X_2 = \frac{X_{\text{КЗР}}}{2}, \text{ Ом} \quad (14)$$

Теперь сопротивление ротора определялось как:

$$R_2 = R_{\text{КЗР}} - R_1, \text{ Ом} \quad (15)$$

Полученные численные значения по аналитическим расчетам: $R_1 = 1,03$ Ом, $R_2 = 3,08$ Ом, $X_1 = X_2 = 3,71$ Ом.

По результатам опыта холостого хода были построены:

- зависимость выходного напряжения от тока намагничивания $E_m(I_m)$ при различных значениях емкости конденсаторной батареи, необходимой для самовозбуждения АГ (см. рис. 3);

- зависимость реактивного сопротивления намагничивания от тока намагничивания $X_m(I_m)$ – (см. рис. 4);

- зависимость выходного напряжения от сопротивления намагничивания $E_m(X_m)$ – (см. рис. 5).

По результатам экспериментального исследования нагрузочных характеристик при $U_1 = \text{const} = 380$ В, $n = \text{const} = 1500$ об/мин и переменной нагрузке были построены зависимости тока нагрузки $I_{\text{наг}}(P_{\text{ген}})$ – (рис. 6, а), емкости переменного конденсаторного блока $C(P_{\text{ген}})$ – (рис. 6, б) и сопротивления нагрузки $R_{\text{наг}}(P_{\text{ген}})$ – (рис. 6, в) от выходной мощности.

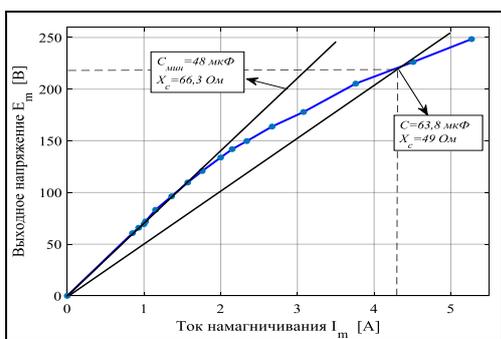


Рис. 3. Зависимость выходного напряжения от тока намагничивания $E_m(I_m)$.

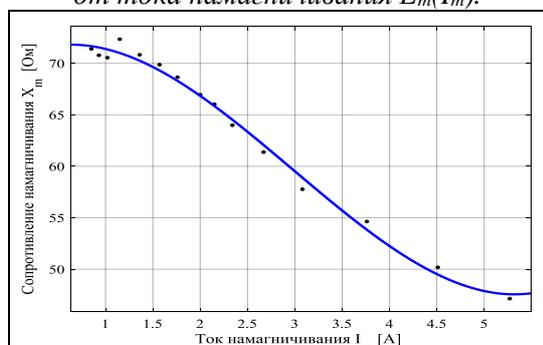


Рис. 4. Изменение намагнивающего реактивного сопротивления в зависимости от тока намагничивания.

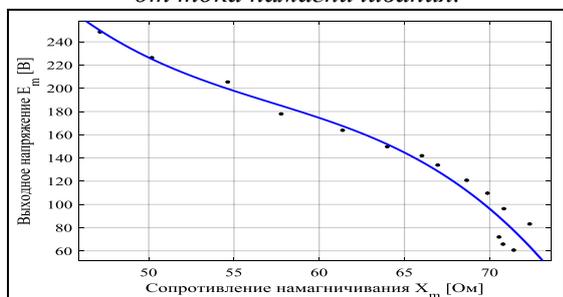
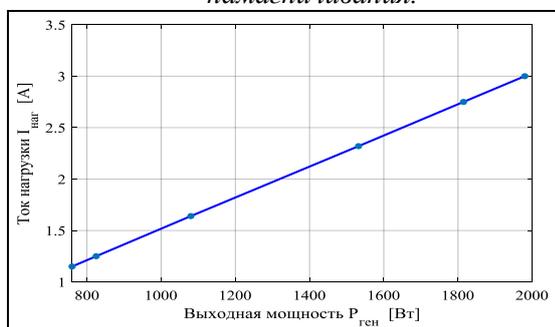
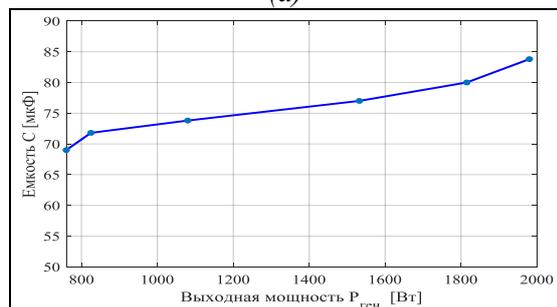


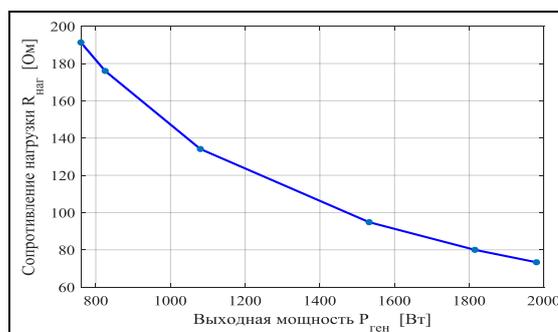
Рис. 5. Изменение ЭДС с сопротивлением намагничивания.



(a)



(б)



(в)

Рис. 6. Результаты эксперимента в зависимости от выходной мощности для следующих величин: (а) ток нагрузки $I_{наг}(P_{ген})$ (б) емкость переменного конденсаторного блока $C(P_{ген})$ (в) сопротивление нагрузки $R_{наг}(P_{ген})$

Анализ расчётно-теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Проведенные эксперименты с выбранным генератором стандартной мощности 3 кВт показали, что самовозбуждение АГ наступает при нижней критической частоте вращения ротора (750 об/мин) и постоянно подключенной емкости (48 мкФ). Если сначала приводится во вращение ротор асинхронной машины с короткозамкнутым ротором, а затем в цепь статора включается емкость, то при частоте вращения, превышающей нижнюю критическую скорость, возможны перенапряжения, которые могут вывести из строя полупроводниковые элементы. Если скорость вращения ротора будет меньше нижней критической скорости, то самовозбуждения не произойдет. Для перевода машины в генераторный режим необходимо увеличить частоту вращения ротора от 750 об/мин и выше. При проведении экспериментальных исследований были обеспечены условия мягкого самовозбуждения асинхронного генератора.

Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что для достижения самовозбуждения АГ вольт-амперная характеристика емкостного сопротивления конденсаторной батареи должна быть касательной к основной кривой намагничивания при соответствующем значении напряжения (рис. 3). Для этого при решении поставленной задачи параллельно статорной обмотке подключены семь групп конденсаторов (1, 2, 3, 4, 5, 5 и 3,8 мкФ), соединенные в треугольник. Каждая группа конденсаторов подключается в зависимости от потребляемой мощности, так как индуктивная нагрузка, понижающая коэффициент

мощности, вызывает резкое увеличение значения емкостного сопротивления.

В рассматриваемой энергоустановке были установлены семь батарей конденсаторов 1, 2, 3, 4, 5, 5, 3,8 мкФ, при этом батарея на 48 мкФ подключена постоянно для возбуждения АГ на малых частотах вращения. Конденсаторы установлены с возможностью быстрой замены в случае выхода из строя. Если значение емкости конденсатора превышает 48 мкФ, то режим самовозбуждения не достигается, как это показано на (рис. 3) для линейного конденсатора с сопротивлением $X_c=66,3$ Ом. При этом использование конденсаторной батареи с емкостным сопротивлением $X_c=49,12$ Ом ($C=63,8$ мкФ) позволяет обеспечивать выходное напряжение АГ, равное 380 В, при значении сопротивления нагрузки $R=191,3$ Ом. Данное условие было экспериментально подтверждено и в дальнейшем его выполнение позволит осуществлять регулирование выходного напряжения АГ для любого значения резистивной нагрузки.

Из (рис. 6, а) очевидно, что при изменении сопротивления нагрузки для стабилизации напряжения необходимо изменять значение емкости конденсаторной батареи. Например, в рассматриваемом случае при уменьшении сопротивления нагрузки со 191,3 до 73,33 Ом необходимо увеличить значение емкости конденсаторной батареи с 63,8 до 83,8 мкФ. При этом частота выходного напряжения поддерживается постоянной.

Выводы

Предложено новое схемотехническое решение по созданию системы АРН самовозбуждающегося АГ для микро-ГЭС, отличительной особенностью которого является то, что стабилизация выходного напряжения и частоты самовозбуждающегося АГ реализуется при подключении дополнительных конденсаторов с необходимой емкостью с помощью полупроводниковых симисторов с фазовым регулированием напряжением. Данная система АРН превосходит известные решения по показателям быстродействия, надежности и экономичности.

Главная задача стендовых испытаний заключалась в проверке правильности выбора количества емкостных батарей и их значений для самовозбуждения АГ. Результаты экспериментов на физической модели микро-ГЭС с АГ подтвердили корректность выбора количества конденсаторных батарей и диапазона значений емкостей, необходимых для стабилизации напряжения на выводах АГ в условиях переменной нагрузки в интервале от режима холостого хода до номинальной.

Экспериментальные и теоретические исследования показали, что частота и амплитуда напряжения АГ при постоянной емкости конденсаторов возбуждения и частоте вращения ротора зависят от величины и характера нагрузки. При активной нагрузке величина напряжения и его частота являются функциями скольжения. Подключение индуктивной нагрузки к АГ приводит к уменьшению емкостного тока и, как следствие, к снижению тока намагничивания, ЭДС и напряжения.

Предложенная система АРН универсальна и может применяться как для объектов малой гидроэнергетики (например, для низконапорных и свободнопоточных микро-ГЭС горных регионов РТ), так и для объектов ветроэнергетики.

Литература:

1. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика / В.В. Елистратов. – 3-е изд., доп. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. – 424 с.
2. Марченко О.В., Соломин С.В. Комплексное использование возобновляемых источников энергии разных типов для совместного производства электричества и тепла // Промышленная энергетика. 2018. № 5. С. 52-57.
3. Назарова Ю.А., Горюнов О.А., Шульгина А.С. Социально-экономические эффекты развития возобновляемых источников энергии в России на период до 2024 г. // Промышленная энергетика. 2017. № 12. С. 46-53.
4. Shvedov G.V. Analysis and Evaluation of Potential of Renewable Energy Resources of Republic of Tajikistan 2018 International Ural Conference on Green Energy (UralCon). October 4-6, 2018, Chelyabinsk, Russia: 2018. Pp. 26-33.
5. Ковыркин А.В., Морсин И.А., Чоршанбиев С.Р., Шведов Г.В. Оценка влияния распределенной солнечной генерации на энергоэффективность электросетевой организации // Энергосбережение - теория и практика труды Девятой Международной школы-семинара молодых ученых и специалистов. 2018. С. 187-191.
6. Chorshanbiev S. R., Shvedov G. V., Nazirov K. B., Ganiev Z. S. Analysis of the influence of the operation of network-driven inverters of solar power plants on the operation mode of 0.4 kV electrical network in terms of electromagnetic compatibility // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in

Electrical and Electronic Engineering, EIconRus 2019, pp. 946-950.

7. Шведов Г.В. Методика управления генерацией солнечных батарей по критерию минимизации относительных потерь электроэнергии в электрических сетях/ Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Ш.Д. Джураев // Вестник Московского энергетического института. 2019. № 1. С. 20-28.

8. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. 2016.

9. Сангов Х.С., Цырук С.А., Михеев Д.В., Шарафеддин К.Ф. Экономическая эффективность использования ветроэнергетической установки для электроснабжения отдаленных сельских потребителей Республики Таджикистан. В сборнике: Фёдоровские чтения - 2019 Под общей редакцией Б.И. Кудрина, Ю.В. Матюниной. 2019. С. 330-344.

10. Исмоилов Ф.О. Комплексное использование источников возобновляемой энергии в условиях Таджикистана // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2017. Т. 1. № 1(37). С. 17-28.

11. Торопцев Н.Д. Асинхронные генераторы для автономных электроэнергетических установок // М.: НТФ «Энергопрогресс». – 2004. – 88 с.

12. Шарафеддин К.Ф., Михеев Д.В., Сангов Х.С. Анализ установившихся режимов работы трёхфазного самовозбуждающегося асинхронного генератора ветроэнергетической установки. Промышленная энергетика. 2019. № 5. С. 52-60.

13. Встовский А.Л., Федий К.С., Архипцев М.Г., Спириин Е.А. Система управления асинхронным генератором для возобновляемых источников энергии. Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т.324. – №4. – С. 133-137.

14. Кицис, С.И. Расчеты характеристик асинхронных самовозбуждающихся генераторов: учебное пособие / С.И. Кицис. – ТюмГНТУ, 2009. – 276 с.

15. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Кн. Ветроэлектрогенераторы. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т; Севастополь: Севасто. нац. техн. ун-т, 2003. – 400 с.

16. Djamila Rekioua. Wind Power Electric Systems. Modeling, Simulation and Control. Springer-Verlag London 2014. – p 202.

СИСТЕМАИ АВТОМАТИКИИ ТАНЗИМИ ШИДДАТ БО ГЕНЕРАТОРИ АСИНХРОНИЙ БАРОИ МАНБАЪҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ

Х.С. Сангов, Ф.О. Исмоилов,

С.Р. Чоршанбиев, Ф.Д. Махмадҷонов

Дар мақола имконияти истифодабарии мошинҳои асинхронӣ ба ҳайси генератори

дастгоҳҳои автономӣ барои энергиятаъминкунии минтақаҳои ғарбии Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Инчунин системаи автоматикии танзими шиддат (АТШ) бо генератори асинхронӣ барои нерӯгоҳҳои барқии обии хурд (НБО-и хурд) нишон дода шудааст. Бо ёрии стенти таҷрибавии коркардшуда натиҷаи системаи АТШ бо генератори асинхронӣ оварда шудааст. Истифодабарии мақсаднокӣ системаи АТШ-и микроконтроллерӣ бо конденсаторҳои хаттӣ ба ҳайси қисми танзимкунанда нишон дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: генератори асинхронӣ, системаи автоматикии танзим, НБО-и хурд, батареяҳои конденсаторӣ.

SYSTEM OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION INDUCTION GENERATOR FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES

Kh. S. Sangov, F. O. Ismoilov,

S.R. Chorshanбиеv, F. D. Mahmadjonov

The article demonstrates the possibilities of using an asynchronous machine as a generator of an autonomous energy installation for energy supply for the eastern regions of the Republic of Tajikistan. The developed system of automatic voltage regulation (AVR) by an induction generator for micro-hydroelectric power plants is presented. Using the developed experimental bench, an analysis of the AVR system by an induction generator was carried out. The expediency of using the AVR microcontroller system with linear capacitors as a regulatory body is shown.

Keywords: induction generator, system automatic voltage regulation, micro-hydroelectric power plants, capacitor banks.

Сведения об авторах:

Сангов Хушдил Саидович – к.т.н., асс. кафедры «Электроснабжение» ТТУ им. акад М.С. Осими. Тел: (+992) 939-90-16-00, E-mail: khushdil.sangov@mail.ru

Исмоилов Фирдавс Олимшоевич – кандидат технических наук, и.о. доцента, зав. кафедрой «Электроснабжение» ТТУ им. акад М.С. Осими. Тел: (+992) 935-88-86-60, E-mail: ismoilovf@mail.ru

Чоршанбиев Сироджиддин Ражаббокиевич – к.т.н., асс. каф. «Электроснабжение» ТТУ им. ак. М.С. Осими. Тел: 902209944, E-mail: sirochiddin.chorshanбиеv.89@mail.ru

Махмадҷонов Фируз Додарҷонович – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Электрические станции» ТТУ им.акад.М.С. Осими. Тел: (+992) 880-08-77-73, E-mail: firuz_7773@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОТУРБИНЫ ДЛЯ МГЭС

Ш.С. Махмадов, Р.Х. Дийров, Ш.М. Султонов, М.М. Камолов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье рассмотрены режимы работы гидротурбин, приведены результаты и сравнения переходных процессов моделирования.

Ключевые слова: гидротурбина, моделирование, математическое описание, МГЭС, переходные процессы, гидроагрегат.

В традиционной гидроэлектростанции вода поступает из водохранилища по напорному водоводу в гидротурбину, в которой энергия воды преобразуется непосредственно в механическую энергию.

Многообразие существующих МГЭС затрудняют разработку универсальной математической модели и систему управления МГЭС для различных режимов работы. Для более точного прогнозирования режимов работы энергосистемы необходима уточнённая математическая модель гидроагрегата (ГА) ГЭС для моделирования динамических и статических режимов работы. Некоторые математические модели, рассмотренные в работах [1, 2], имеют свои недостатки.

На режимы работы ГА влияют много факторов, одним из таких факторов является правильный выбор типа и настройки параметров регуляторов.

При выборе регуляторов необходимо определиться, на какую сеть (электроэнергетическую сеть, изолированную сеть) ГА будет работать. В зависимости от сети и ГА необходимо выбрать систему автоматики и правильно настроить регуляторы. Правильная настройка регулятора играет важную роль в стабильной работе МГЭС. Наиболее сложная система автоматики МГЭС, работающая на изолированную сеть, которая представляет собой многопараметрические и высокоразмерные комплексные системы с нелинейными изменяющимися во времени и не минимальные фазовые характеристики [1,2,5].

Независимо от того, насколько сильно изменяется мощность ГА, основной задачей регулятора является постоянное поддержание регулируемого параметра на желаемом уровне [4]. При данном регулировании появляются следующие проблемы, при изменении одного регулируемого параметра влияет на другие. Для исследования динамических свойств системы управления МГЭС была взята математическая модель радиально-осевой гидротурбины, рассматриваемая в предыдущих работах [3].

Основной проблемой МГЭС, работающих на изолированную сеть, это поддержание постоянной частоты сети. Для поддержания частоты изолированной сети существует несколько способов:

- с помощью балластной нагрузки;
- с помощью регулятора частоты;
- с помощью электромагнитного момента.

Использование метода регулирования балластной нагрузки не эффективно, т.к. МГЭС работает постоянно в номинальном режиме, что не позволяет аккумулировать воду при минимальной нагрузке сети. Второй способ позволяет поддерживать частоту сети за счет постоянства частоты вращения и при уменьшении потребления электрической энергии возможно аккумулировать воду в водохранилище. Третий способ регулирования позволяет регулировать частоту сети за счёт регулирования электромагнитного момента, но аккумулировать воду можно только при использовании гидротурбины, рассмотренной в работе [3]. В данной статье рассмотрим второй способ регулирования частоты.

Для поддержания частоты используют регуляторы скорости. Основной задачей регулятора скорости гидротурбины МГЭС при работе на изолированную сеть является поддержание частоты сети. Данные регуляторы выполняются в двух видах: гидромеханические и электрогидравлические. Гидромеханические регуляторы скорости использовались до середины 20-го века, измерение скорости осуществлялось с помощью механического механизма в маятниковом стиле. Управляющая функция таких регуляторов реализуется с использованием механических и гидравлических компонентов [4].

Автоматическое регулирование скорости (АРС) гидравлической турбины с гидромеханическим регулятором имеет комбинированную (жесткую и гибкую) отрицательную обратную связь для обеспечения устойчивости регулирования. Действие гибкой обратной связи обеспечивает устойчивость регулирования при изолированной работе гидроагрегата на нагрузку, при наличии в структурной схеме системы автоматического регулирования (САР) двух интегрирующих элементов с близкими и большими по значению постоянными времени [4, 6].

Стандартная модель гидромеханического регулятора скорости гидротурбины показана на рис.1.

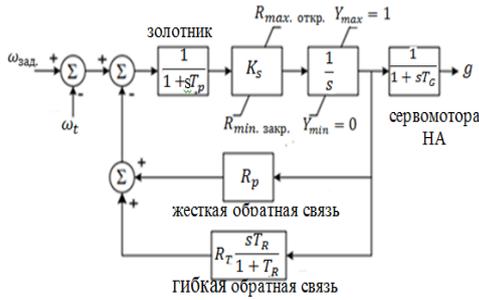


Рис.1. Стандартная модель гидромеханического регулятора скорости.

где, R_T - коэффициент передачи канала гибкой обратной связи определяется при помощи следующего уравнения

$$R_T = [2.3 - (T_w - 1.0)0.15] \frac{T_w}{T_M} \quad (1)$$

T_R - постоянная времени канала гибкой обратной связи определяется с помощью следующего уравнения:

$$T_R = [5.0 - (T_w - 1.0)0.5] T_w \quad (2)$$

T_w - постоянная времени напорного водовода имеет вид:

$$T_w = \frac{Q_n}{g \cdot H_n} \sum \frac{L_i}{S_i} \quad (3)$$

T_M - постоянная времени гидроагрегата имеет вид:

$$T_M = 2H \quad (4)$$

R_p - жесткая отрицательная обратная связь обычно устанавливается в диапазоне от 0,03 до 0,06;

T_G - постоянная времени сервомотора НА от 0.1 до 0.25;

T_p - постоянная времени золотника устанавливается в диапазоне от 0,04 до 0,1.

А также регуляторы обладают зоной нечувствительности $z=0.01-0.06$ % (мертвая зона), которая регламентируется техническими условиями и характеризует техническое совершенство регулятора. Система управления гидромеханическими регуляторами является сложной, требующей обслуживания и высоких затрат [2].

Системы электрогидравлических (цифровых) регуляторов сегодня являются наиболее часто используемыми МГЭС.

Преимущество этих систем:

- быстрое реагирование на временные состояния;

- дистанционное управление, система может запускаться и деактивироваться одной командой, а выходная мощность может управляться в соответствии с частотой сети [4, 7].

Эти управляющие системы реализуются с помощью электрических компонентов, которые обеспечивают большую гибкость и лучшую производительность, которая широко применяется в промышленности.

Данные регуляторы в основном осуществляются на ПИД – регулировании для формирования закона управления.

ПИД – регулятор представляется уравнением [4, 6]:

$$U(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{d}{dt} e(t) \quad (5)$$

Можно представить ПИД регулятор в виде Лапласе функции

$$U(s) = K_p E(s) + \frac{K_I}{s} E(s) + K_D s E(s) \quad (6)$$

ПИД-регуляторы обеспечивают более быструю реакцию скорости, обеспечивая как кратковременное снижение коэффициента усиления, так и увеличение [4].

Динамика ПИД-регулятора: режим D быстро реагирует на изменение входа в контроллер, режим I приводит к ошибке к нулевому значению, увеличивая управляющий сигнал, а режим P принимает подходящие меры для управления ошибкой. Эти режимы помогают определить изменение скорости воды от ее номинального значения, тем самым реализуя механизм управления для обеспечения постоянной скорости и устранения колебаний.

Использование высокого коэффициента усиления приводит к колебаниям или нестабильности в случае соединения с сильной взаимосвязанной системой.

Стандартная структурная схема электрогидравлического регулятора скорости показана на рис. 2.

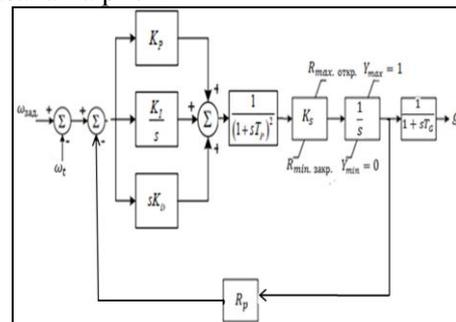


Рис.2. Стандартная структурная схема электрогидравлического регулятора скорости.

Таким образом, регулятор должен обеспечивать переходное изменение скорости, чтобы ограничить перерегулирование сервомотора НА турбины во время переходных режимах.

Это означает, что для быстрых отклонений по частоте, регулятор должен демонстрировать высокое регулирование (низкий коэффициент усиления), в то время как при медленных изменениях и устойчивом состоянии он должен проявлять нормальное низкое регулирование (высокий коэффициент усиления). ПИД-регулятор обычно настраиваются с использованием инструментов теории автоматического управления. Чтобы использовать эти методы, модель турбины и напорного трубопровода должна быть линейной. Поэтому нелинейные модели должны быть линеаризованы вокруг рабочей точки.

Для настройки коэффициентов ПИД-регулятора можно использовать следующие формулы, которые приведены в таблице №1 [2].

Таблица 1
Формулы для настройки ПИД-регулятора.

| K_p | K_i | K_D |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| $\frac{0.8T_M}{T_w}$ | $\frac{0.24T_M}{T_w^2}$ | $0.27T_M$ |
| $0.6 * K_{cr}$ | $1.2K_{cr}/P_{cr}$ | $0.075 * K_{cr} * P_{cr}$ |

В данной работе промоделируем две системы регулирования скорости: гидромеханический и электрогидравлический регулятор. Для моделирования и сравнения двух систем регулирования используем программу MATLAB / Simulink, которое

позволит в полной мере оценить работу двух систем.

Для моделирования возьмём параметры одной из существующих МГЭС, параметры которой приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Параметры МГЭС.

| Наименование | |
|---|-------|
| P – активная мощность, кВт | 525 |
| $\cos\varphi$ – коэффициент мощности | 0.8 |
| H_n – номинальный напор, м | 71,5 |
| Q_p – номинальный расход, м ³ /с | 1,15 |
| L , – длина напорного водовода, м | 111 |
| T_w , с - постоянная времени напорного водовода | 0.471 |
| Максимальная скорость открытой НА V_{max} , о.е | 0.1 |
| Минимальная скорость закрытой НА V_{min} , о.е | -0.1 |
| Максимум открытой НА Y_{max} , о.е | 1.0 |
| Минимум закрытой НА Y_{min} , о.е | 0.00 |
| Коэффициент пропорциональный K_p | 0,7 |
| Коэффициент интегральный K_i | 0,01 |
| Коэффициент дифференциальный K_p | 0,426 |

В качестве модели гидротурбины была использована математическая модель, рассмотренная в работе [3].

К рассмотренной выше математической модели гидротурбины подсоединим регуляторы скорости двух типов, данные математические модели САР приведены на рис.3.

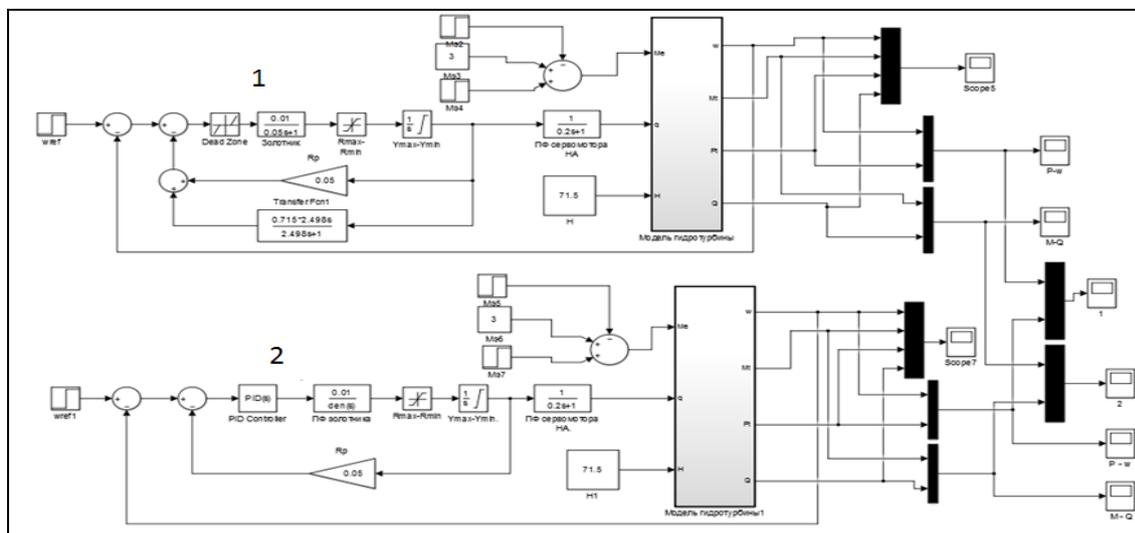


Рис. 3. Математические модели САР гидротурбины:
(1) Гидромеханический, (2) Электрогидравлический регулятор.

На рис. 4 и 5 приведены результаты моделирования двух систем.

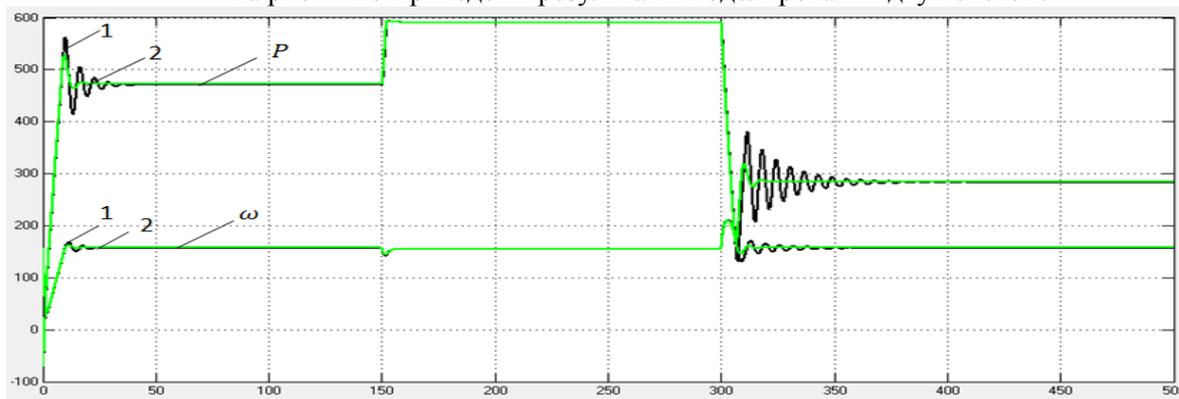


Рис. 4. Динамика изменения скорости и мощности МГЭС: (1) гидромеханический, (2) электрогидравлический регулятор.

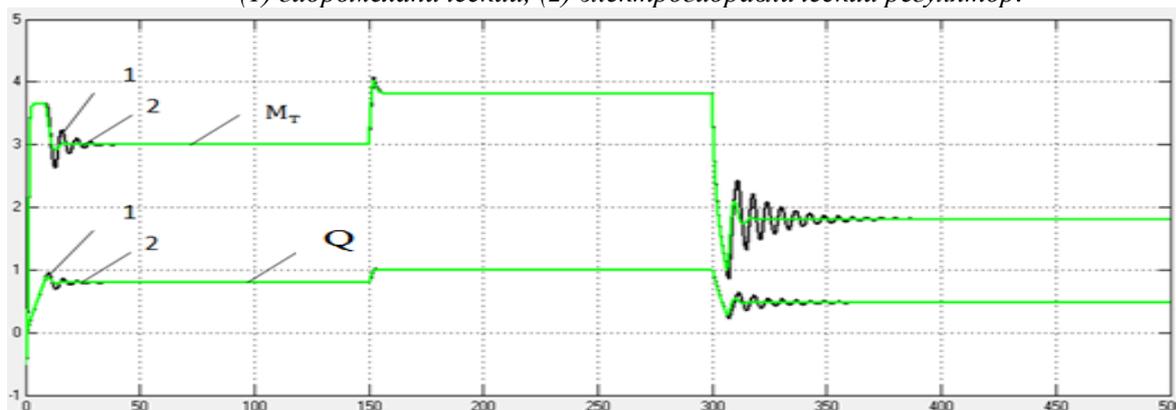


Рис.5. Динамика изменения момента и расхода воды гидротурбины МГЭС: (1) гидромеханический, (2) электрогидравлический регулятор.

На рис.4 и 5 представлены переходные процессы двух САПР МГЭС, где переходные процессы под номером 1 система с гидромеханическим регулятором, под номером 2 электрогидравлический регулятор.

Выводы

Из переходных процессов видно, что гидромеханические регуляторы имеют более большое время переходного процесса, сопровождающегося колебанием, чем электрогидравлический регулятор, который обладает большим быстродействием.

Литература

1. IEEE Working Group. Hydraulic turbine and turbine control models for system dynamic studies. IEEE.
2. R. A. Naghizadeh, S. Jazebi, B. Vahidi, Modeling Hydro Power Plants and Tuning Hydro Governors as an Educational Guideline, International Review on Modelling and Simulations, Vol. 5, N. 4, Aug. 2012, pp. 1780-1790.
3. Диёров Р.Х., Глазырин, Султонов Ш.М., Математическая модель гидротурбины Френсиса для гидроагрегата мини-ГЭС// Вестник «ГТУ им. академика М.С. Осими».

4. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, New York, 1994.

5. Махмадов Ш.С., Сайфуллоева О. М. Определение проблем в энергосистеме Республики Таджикистан с учетом регионов / Сборник статей V Международной научно-практической конференции “OPEN INNOVATION”. П.: Изд. Мцнс «Наука и Просвещение». 2018. С. 50 - 52.

6. Лурье З.Я., Дмитерко В.Н., Динамика системы управления гидротурбиной с пидрегулятором // Вестник НТУ «ХПИ».

МОДЕЛСОЗИИ СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ ГИДРОТУРБИНАИ НБО-И ХУРД

Ш.С. Маҳмадов, Р.Х. Диёров, Ш.М. Султонов, М.М. Камолов

Дар мақолаи мазкур речаҳои кории турбинаҳои обӣ, натиҷа ва муқоисаи равандҳои гузарандаи моделсозӣ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: гидротурбина, моделсозӣ, тавсифи математикӣ, НБО-и хурд, раванди гузариш.

SIMULATION OF CONTROL SYSTEM HYDROTURBINES FOR SHPP

Sh. S. Makhmadov, R. H. Diyorzoda, Sh. M. Sultonov, M. M. Kamolov

Abstract- This article describes the modes of operation of hydroturbines, the results and comparisons of transient process.

Keywords: hydro turbine, modeling, mathematical description, hydroelectric station, transient processes.

Сведения об авторах:

Махмадов Шариф Сафаралиевич – докторант PhD, ТТУ им.акад. М.С. Осими, кафедра «Электрические станции»,

Email: makhmadov-1993sh@mail.ru.

Диёрров (Диёрзода) Рустам Хакималиевич – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им.акад. М.С. Осими, E-mail: diyorov@mail.ru.

Султонов Шерхон Муртазокулович – заведующий кафедрой «Электрические станции», ТТУ им.акад. М.С. Осими, E-mail: sultonzoda.sh@mail.ru.

Камолов Мухаммаджон Мутайбович – ассистент кафедры «ТОР и Э», докторант PhD ТТУ им.акад. М. С.Осими, E-mail: kamolov.m_93@mail.ru

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЦИНКОВОГО СПЛАВА ЦАМг4,5-2, ЛЕГИРОВАННОГО СКАНДИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

И. Ш. Идиев¹, И. Н. Ганиев², М. Т. Норова³, С. Дж. Алихонова⁴

^{1,3}Таджикский национальный университет

²Таджикский технический университет им. М.С. Осими

⁴Российско-Таджикский(Славянский) университет

Свойства сплавов системы Zn-Al улучшаются с повышением содержания алюминия. Так, при 4%Al временное сопротивление возрастает почти в три раза и составляет около 300 МПа; удлинение возрастает при добавке алюминия с 5 до 30 %; ударная вязкость – от 500 до 4000 кДж/м².

В данной работе исследована склонность к окислению сплава на цинковой основе марки ЦАМг4.5-2, (Al-4.5мас%; Mg-2мас%; Zn-остальное), легированного скандием. Стойкость к окислению оценена с использованием метода термогравиметрии. Установлено, что сплав ЦАМг4.5-2 с добавками скандия отличается устойчивостью к окислению при температурах 523-623К.

Ключевые слова: цинковый сплав ЦАМг4,5-2, легирование, скандий, термогравиметрический метод, высокотемпературное окисление, скорость окисления, энергия активации.

Введение

Широкое применение в технике получили цинк, сплавы и химические соединения на его основе. Для удовлетворения требований потребителей они должны иметь определенные свойства. Так, цинк и цинковые сплавы, как правило, должны быть устойчивы при воздействии среды. Сплавы цинка с алюминием получили наибольшее распространение вследствие высоких механических свойств [1].

Сама аббревиатура ЦАМг4.5-2 расширяется как цинк-алюминий-магний. Сплав включает в себя примерно

4,5% алюминия, 2% магния и остальное цинк. Термогравиметрические исследования сплава ЦАМг4.5-2, легированного скандием, проводили при температурах 523-623К. Для этого использовалась установка, принцип работы которой подробно описан в работах [2,3]. Установка состоит из печи Таммана, изменение веса фиксировали по растяжению пружины с помощью катетометра КМ-8. Увеличение веса исчисляли в процентах от исходного веса на единицу площади образца (1 см²).

На рис. 1 и 2 приведены кинетические кривые изменения удельной массы образца (g/s) в зависимости от времени взаимодействия (t) с кислородом газовой фазы и от температуры. Сформировавшаяся оксидная плёнка в начальных стадиях процесса, по-видимому, не обладает достаточными защитными свойствами, о чём свидетельствует рост скорости окисления (рис. 1а). Взаимодействие сплава, легированного скандием различной концентрации с кислородом газовой фазы при исследованных температурах значительно отличается от окисления базового сплава ЦАМг4,5-2.

Линейная зависимость привеса сплавов сохраняется в течение 12-15 мин., далее по мере образования оксидной плёнки характер окислительного процесса переходит в гиперболический и формирование защитной оксидной поверхности заканчивается к 60 мин. [4-10] (рис. 1, 2).

Высокотемпературное окисление сплавов кислородом газовой фазы подчиняется

гиперболическому закону, что видно из кривых зависимостей $(g/s)^2-t$ (рис. 2), которые не укладываются на прямые линии, а также

из аналитических зависимостей $y = Kt^n$, где $n = 2 \div 5$ (табл. 2).

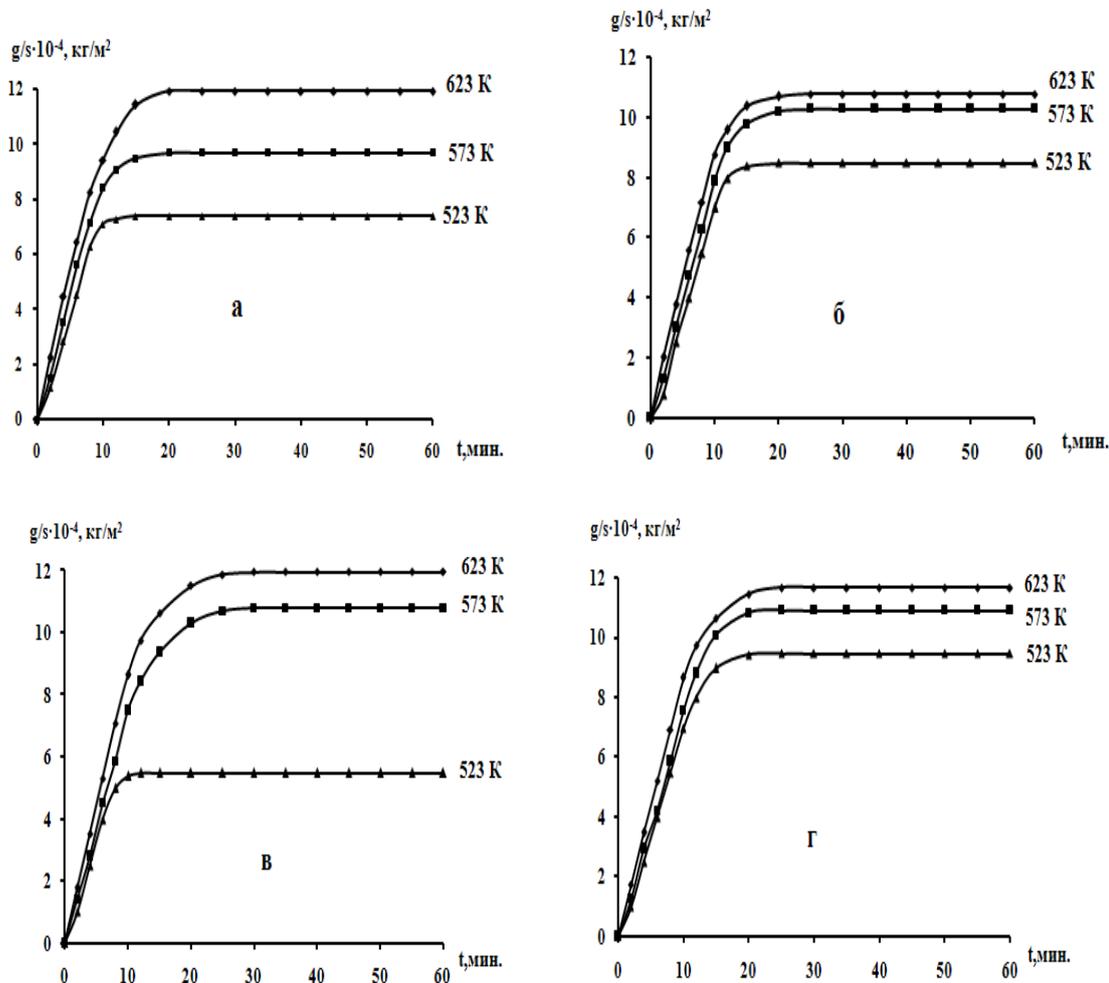


Рис. 1. Кинетические кривые окисления сплава ЦАМг4,5-2(а) со скандием, мас. %: 0.01(б); 0.05(в); 0.1(г).

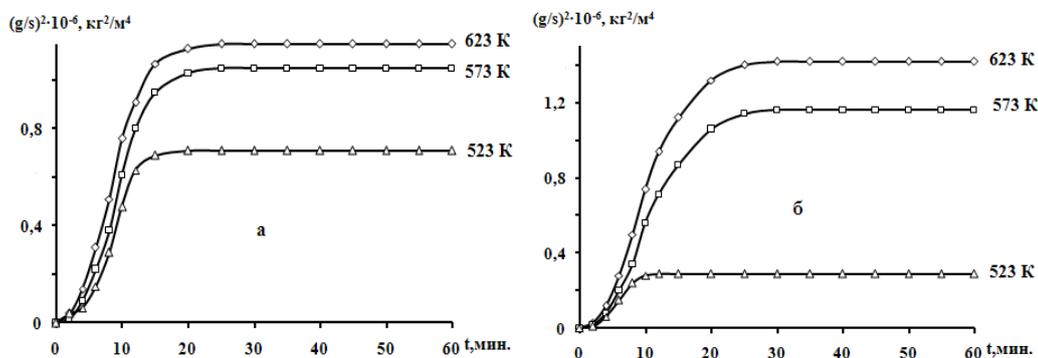


Рис 2. Квадратичные кинетические окисления сплава ЦАМг4,5-2 со скандием, мас. %: 0.01(а); 0.05(б).

Как видно из таблицы 1, для всех сплавов независимо от состава с ростом температуры наблюдается увеличение скорости окисления. Зависимость скорости окисления сплавов от концентрации легирующего компонента выглядит иначе. Скандий снижает

окисляемость исходного сплава во всем диапазоне концентрации. Значение скорости окисления уменьшается от $6.77 \cdot 10^{-4}$ кг/см²-сек. для исходного сплава до $5.06 \cdot 10^{-4}$ кг/см²-сек., для сплава, легированного 0.1 мас. % скандия, при температуре 623К.

Эффективная энергия активации процесса высокотемпературного окисления исследованных сплавов изменяется от 134.5 для исходного сплава до 159.6 кДж/моль для сплава с 0.1мас% скандием.

Приведенные на рис.3 изохроны окисления для сплава ЦАМг4,5-2 со скандием показывают, что сплав, содержащий 0.1мас.% скандия, имеет наименьшее значение скорости окисления, равное $4.10 \cdot 10^{-4}$ кг/м²·с. при 523К. Остальным сплавам характерно относительно повышенное значение скорости окисления по сравнению с данным сплавом.

Зависимость $\lg K$ от $1/T$ для сплава ЦАМг4,5-2, легированного скандием (рис. 4), показывает уменьшение скорости окисления сплавов с увлечением концентрации скандия в

нём как при 10 минутной выдержке сплавов в окислительной атмосфере (кривая 1), так и при 20-минутной выдержке (кривая 2). Добавки скандия несколько уменьшают скорость окисления, о чем свидетельствует рост величины эффективной энергии активации процесса окисления.

Исследуя продукты окисления сплавов, в частности оксидную плёнку, которая формируется при нагреве на поверхности образцов, можно получить важную информацию об их механизме окисления. Оксидная плёнка – продукт взаимодействия металла с кислородом воздуха образуется на поверхности металла, снижая его химическую активность.

Таблица 1.

Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава ЦАМг4,5-2 со скандием в твёрдом состоянии.

| Содержание скандия в сплаве мас. % | Температура окисления, К | Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ | Эффективная энергия активации, кДж/моль |
|------------------------------------|--------------------------|---|---|
| 0.0 | 523 | 5.56 | 134.5 |
| | 573 | 5.81 | |
| | 623 | 6.77 | |
| 0.01 | 523 | 4.60 | 147.3 |
| | 573 | 5.26 | |
| | 623 | 5.72 | |
| 0.05 | 523 | 4.43 | 153.2 |
| | 573 | 4.80 | |
| | 623 | 5.48 | |
| 0.1 | 523 | 4.10 | 159.6 |
| | 573 | 4.17 | |
| | 623 | 5.06 | |

Таблица 2.

Полиномы кривых окисления сплава ЦАМг4,5-2 со скандием в твёрдом состоянии.

| Содержание скандия в сплаве, мас. % | Температура окисления, К | Полиномы кривых окисления сплавов | Коэффициент регрессии $R^2, \%$ |
|-------------------------------------|--------------------------|---|---------------------------------|
| 0.0 | 523 | $y = -2E-06x^5 - 1E-05x^4 + 0,001x^3 - 0,054x^2 + 1,082x$ | 0,976 |
| | 573 | $y = -5E-06x^4 + 0,000x^3 - 0,053x^2 + 1,242x$ | 0,989 |
| | 623 | $y = -5E-06x^4 + 0,000x^3 - 0,057x^2 + 1,417x$ | 0,997 |
| 0.01 | 523 | $y = -2E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,037x^2 + 0,961x$ | 0,975 |
| | 573 | $y = -2E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,039x^2 + 1,087x$ | 0,987 |
| | 623 | $y = -2E-06x^4 + 0,000x^3 - 0,052x^2 + 1,268x$ | 0,994 |
| 0.05 | 523 | $y = -2E-05x^4 + 0,001x^3 - 0,056x^2 + 0,933x$ | 0,979 |
| | 573 | $y = -2E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,031x^2 + 0,984x$ | 0,993 |
| | 623 | $y = -1E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,041x^2 + 1,189x$ | 0,995 |
| 0.1 | 523 | $y = -3E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,031x^2 + 0,933x$ | 0,984 |
| | 573 | $y = -3E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,030x^2 + 0,999x$ | 0,987 |
| | 623 | $y = -2E-05x^4 + 0,000x^3 - 0,042x^2 + 1,184x$ | 0,993 |

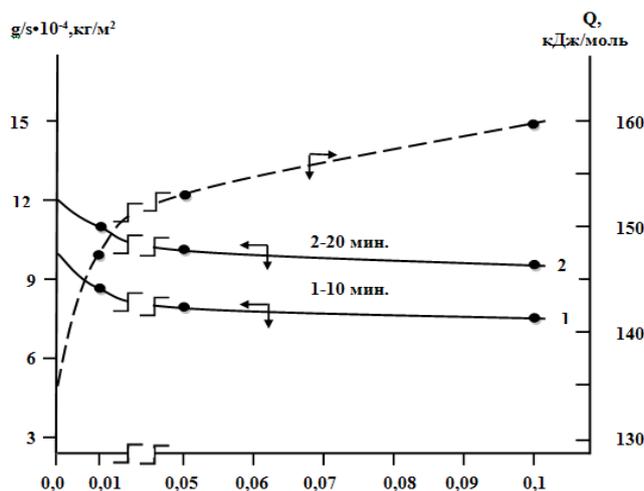


Рис. 3. Изохроны окисления сплава ЦАМг4,5-2 со скандием при 523 К.

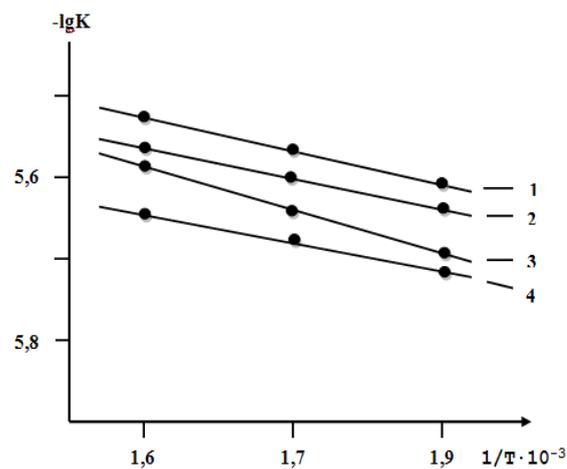


Рис. 4. Зависимость $\lg K$ от $1/T$ для сплава ЦАМг4,5-2(1) со скандием, мас. %: 0.01(2); 0.05(3); 0.1(4).

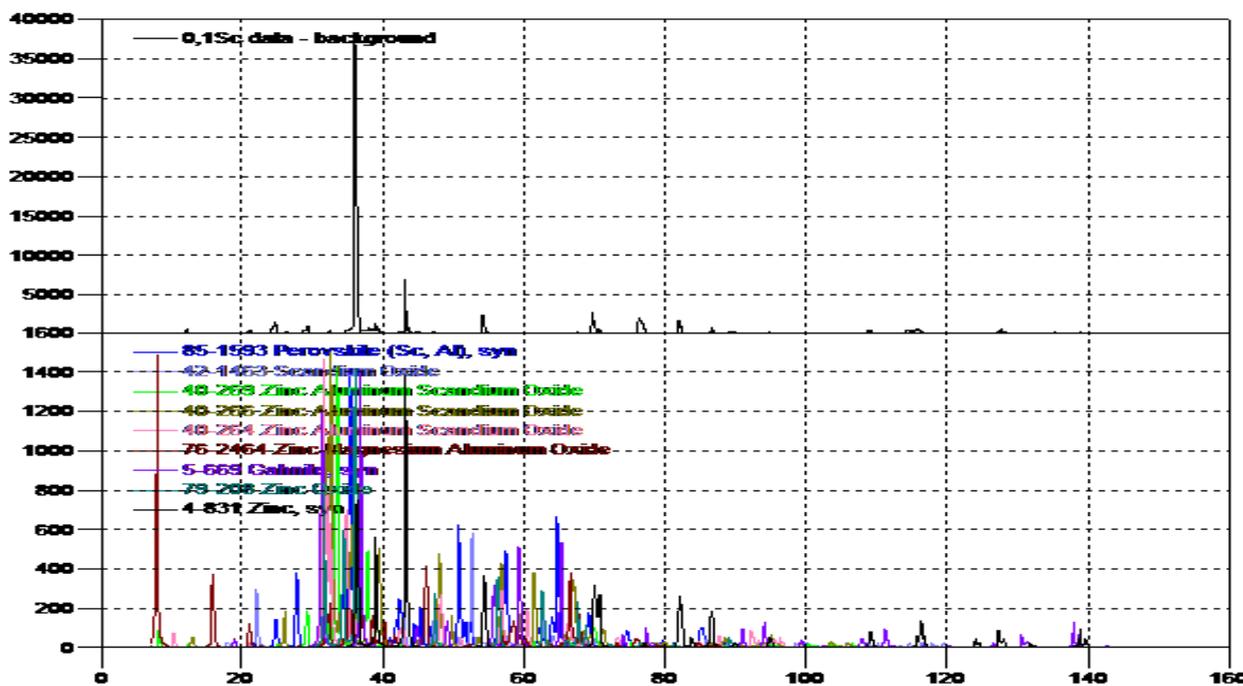


Рис. 5. Штрихдифрактограммы продуктов окисления сплава ЦАМг4,5-2, содержащего 0.10 мас. % скандия.

Методом рентгенофазового анализа на приборе ДРОН-1.5 исследованы продукты окисления, образующиеся при окислении легированных скандием сплава ЦАМг4,5-2. Видно, что продукты окисления исследованных сплавов на примере легированного 0.1 мас. % скандия сплава состоят из оксидов ZnO , Al_2O_3 и $S c_2O_3$ (рис. 5).

В целом с ростом температуры и по мере увеличения содержания легирующей добавки скандия отмечается уменьшение скорости окисления сплавов, а процесс протекает с диффузионными затруднениями сквозь оксидной плёнке.

Литература:

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. 247 с.
2. Смирягин А.П. Промышленные цветные металлы и сплавы. – М.: Металлургия, 1981. 560 с.
3. Норова М.Т. Ганиев И.Н., Эшов Б.Б. Кинетика окисления сплава АМг0.2 с лантаном, празеодимом и неодимом в твёрдом состоянии // Известия СПбГТИ(ТУ). 2018. № 44. С. 35-39.
4. Вазиров Н.Ш., Норова М.Т., Ганиев И.Н., Курбонова М.З. Влияния церия на кинетику окисления сплава АМг6, в твёрдом

состоянии // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. 2018. № 2. С. 156-161.

5. Ганиев И.Н., Назаров Х.М., Худойназаров А. Кинетика окисления твёрдых алюминиево-литиевых сплавов, легированных щелочноземельными металлами // Доклады АН Республики Таджикистан. 1999. Т. 42. № 1. С. 26-30.

6. Ганиева Н.И., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б. Высокотемпературное окисление сплава Al+6%Li, легированного стронцием // Доклады АН Республики Таджикистан. 2006. Т. 49. № 6. С. 542-545.

7. Махсудова М.С., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э. Кинетика окисления твёрдых сплавов системы Al-Mg-Ca // Доклады АН Республики Таджикистан. 2007. Т. 50. № 7. С. 613-617.

8. Идиев И.Ш., Норова М.Т. Влияние иттрия на электрохимическое поведение сплава ЦАМ4 в среде электролита NaCl // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. 2018. № 4. С. 238-244.

9. Лепинских Б.М., Киташев А.А., Белоусов А.А. Окисление жидких металлов и сплавов. -М.: Наука, 1979. 116 с.

10. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Анодное поведение и окисление сплавов систем Zn5Al-ЦЗМ и Zn55Al-ЦЗМ. -Германия: Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 156 с.

ОКСИДШАВИИ БАЛАНДҲАРОРАТИИ ХҶЛАИ ЦАМg4,5-2, КИ БО СКАНДИЙ ҶАВҲАРОНИДА ШУДААСТ ДАР ҲОЛАТИ САХТ

*И.Ш. Идиев, И.Н. Ганиев, М.Т. Норова,
С.Ҷ. Алихонова*

Хусусиятҳои ҳулаҳои системаи Zn-Al бо афзудани алюминий беҳтар мешаванд. Ҳамин тавр, бо иловаи 4% Al, муқовимати муваққатӣ тақрибан се маротиба меафзояд ва 300 МПа-ро ташкил медиҳад: дарозкунӣ бо илова кардани алюминий аз 5 то 30% меафзояд; зарбаи часпакӣ аз 500 то 4000 кДж/м².

Дар кори мазкур тамоюли оксидшавии ҳула дар асоси руҳ бо тамғаи ЦАМg4,5-2, (Al-4,5% вазнӣ; Mg-2% вазнӣ; Zn-боқимонда), устувории оксидшавӣ бо усули термогравиметрия баҳо дода шуд. Муайян карда шудааст, ки ҳулаи ЦАМg4,5-2, бо иловаҳои скандий дар ҳароратҳои 523-623 К ба оксидшавӣ устувор мебошанд.

Калимаҳои калидӣ: ҳулаи ЦАМg4,5-2, чавҳаронӣ, скандий, усули термогравиметрӣ, оксидшавии баландҳароратӣ, суръати оксидшавӣ, энергияи ғаёол.

HIGH TEMPERATURE OXIDATION OF ZAMG ALLOY ZAMg4,5-2, DOPED BY SCANDIUM, IN SOLID CONDITION *I. Sh. Idiev, I. N. Ganiev, M. T. Norova, S. J. Alikhonova*

The properties of alloys of the Zn – Al system improve with increasing aluminum content. So, at 4% Al, the temporary resistance increases almost three times and amounts to about 300 MPa; elongation increases with the addition of aluminum from 5 to 30%; impact strength - from 500 to 4000 kJ / m².

In this work, we investigated the tendency to oxidize a zinc-based alloy of the ZAMg4,5-2 grade, (Al-4.5mass%; Mg-2mass%; Zn-rest) doped with scandium. Oxidation resistance was evaluated using the method of thermogravimetric. It was established that the ZAMg4,5-2 alloy, with scandium additives, is characterized by oxidation stability at temperatures of 523-623K.

Keywords: ZAMg4,5-2 zinc alloy, alloying, scandium, thermo-gravimetric method, high temperature oxidation, oxidation rate, activation energy.

Сведения об авторах:

Идиев Идиҳуджа Шарифович – Таджикский национальный университет, аспирант кафедры аналитической химии, тел.: (+992) 985-63-97-04, E-mail: idikhuja92@mail.ru

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., академик АН Республики Таджикистан, профессор кафедры «Технология химических производств» Таджикского технического университета им. М.С. Осими, тел.: (+992) 93-572-88-99, E-mail: ganiev48@mail.ru

Норова Муаттар Турдиевна – Таджикский национальный университет, кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии, тел.: (+992) 93-559-87-98, E-mail: muattar_1975@mail.ru

Алихонова Сураё Джамшедовна – к.х.н., старший преподаватель кафедры «Химия и биология» Российско-Таджикский (Славянский) университет, тел.: (+992) 93-428-58-88, E-mail: thuraya86@inbox.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ С ПОДЛОЖКОЙ

М. Х. Саидов, Х. М. Ходжаназаров, Ф. А. Саиджафаров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Получено выражение для определения необходимой прочности сцепления полимерного композиционного покрытия на стальной трубе. Изменение состава полимерного материала считается наиболее рациональным путем повышения прочности сцепления покрытий.

Ключевые слова: *покрытие, напряженное состояние, полимерный порошковый материал, адгезионное соединение, предельное состояние.*

Определением напряженного состояния материала можно оценить условия возникновения трещин и в дальнейшем прогнозировать их развитие. Исследования предельных состояний для полимерного покрытия мало отличаются от подходов к исследованию металлов и упругопластических сред. Эти подходы приобрели широкое использование при расчетах элементов конструкций из полимерных композиционных материалов [1, 2].

Из всех существующих критериев прочности на основании результатов исследований [3, 4] для определения работоспособности полимерных композиционных покрытий был предложен критерий прочности [2]. Критерий возникновения трещин и дальнейшего распространения этих трещин на полимерных композиционных покрытиях определяют момент наступления предельного состояния. Первая критерия на полимерных композиционных покрытиях определяет функцию касательного напряжения τ , а критерий дальнейшего распространения этих трещин определяет функцию первого главного напряжения σ_1 , как наибольшее нормальное растягивающее напряжение σ_{max} в сечениях. Переход различных полимерных композиционных материалов в предельное состояние записывается некоторыми условиями, учитывающими параметры касательного напряжения – τ при возникновении трещин на покрытии, наибольшее нормальное растягивающее напряжение – σ_{max} при дальнейшем распространении этих трещин и некоторых параметрах, определяемых экспериментально – m_i

$$F(\tau, \sigma_{max}, m_i) = 0. \quad (1)$$

Как указывается авторами [3, 4], формулу (1) можно записать в следующей форме

$$\sigma_{ЭКВ} \leq \sigma^*. \quad (2)$$

В данном случае используется эквивалентное значение нормального напряжения, равноопасное полученному напряженному состоянию полимерного композиционного покрытия, которое определяется выражением

$$\sigma_{ЭКВ} = \nu \cdot \sigma_i + (1 + \nu) \cdot \sigma_1. \quad (3)$$

В выражении (2) значение σ^* указывает на оценки прочностной надежности адгезионного соединения полимерного композиционного материала с подложкой, которое в дальнейшем принимаем как прочность сцепления полимерного покрытия с деталью – $\sigma_{сц.}$

В выражении (3) коэффициент ν представляет собой отношение предельных напряжений при линейном напряженном состоянии. Коэффициент ν для полимерного покрытия можно определить из выражения

$$\nu = \frac{\sigma_{растяж.}}{\sigma_{сж.}}$$

где $\sigma_{растяж.}$ – величина предела прочности полимерного покрытия при линейном растяжении; $\sigma_{сж.}$ – величина предела прочности полимерного покрытия при линейном сжатии.

В опасном сечении покрытия возникает наибольшее главное напряжение σ_1 . Если полимерное покрытие нанесено на поверхности длинномерных труб, тогда значение наибольшего главного напряжения определяется из условия $\sigma_1 = \sigma_{rП.}$ а два остальных главных напряжения в данном сечении, соответственно, обозначаются через $\sigma_2 = \sigma_{tП.}$ $\sigma_3 = \sigma_{zП.}$ В выражении (3) величина интенсивности напряжения обозначается через σ_i и для объемного

напряженного состояния имеет следующее значение

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \quad (4)$$

Для определения работоспособности нанесенных полимерных покрытий с учетом свойства покрытий и максимального значения нормального напряжения расчетным путем можно выбирать методы восстановления, упрочнения и защиты деталей покрытиями. Для обеспечения данной задачи соответствующий метод восстановления должен предоставить следующие неравенства

$$n_{пр.} \cdot \sigma_{экр} \leq \sigma_{сц.}, \quad (5)$$

где $n_{пр.}$ – коэффициент запаса прочности.

После некоторых преобразований из формулы (5) можно получить уравнение для определения необходимой прочности сцепления полимерного композиционного покрытия на стальной трубе

$$\sigma_{сц.} \geq \frac{n_{пр.} \cdot (2 \cdot \delta_{п.} + \nu \cdot D) \cdot (\alpha_{п.} - \alpha_{т.}) \cdot T}{D_{т.} \cdot \left(\frac{1 - \mu_{п.}}{E_{п.}} + \frac{1 - \mu_{т.}}{E_{т.}} \cdot \frac{\delta_{п.}}{\delta_{т.}} \right)} \quad (6)$$

При использовании численных значений всех величин можно решать уравнение (6). Путём решения уравнения (6) было установлено, что прочность сцепления покрытий из композиционных полимерных материалов при нагреве поверхности стальной трубы более **50°C** превышает **11 МПа**.

По литературным данным, адгезия полимерных композиционных материалов к стальным поверхностям составляет 7,7 МПа ÷ 12,5 МПа. Однако на практике повышение адгезионных показателей достаточно сложно. Анализ вышеизложенного выражения (6) показывает, что одним из наиболее эффективных путей повышения прочности сцепления полимерных покрытий $\sigma_{сц.}$ считается снижение коэффициента температурного расширения полимера $\alpha_{п.}$ которое достигается введением в полимерное покрытие нанокomпонентов (нанонаполнителей из различных порошков оксидов или металлов). Результат выполненных расчетов $\alpha=f(T)$ для некоторых полимеров в виде графика приведен на рисунке 1. Расчеты были выполнены для полиэтиленов различных типов, поливинилбутираля,

полиэтилентерефталата, винипласта и полиамида ПА 6. Построенный график показывает зависимость коэффициента температурного расширения $\alpha_{п.}$ от температурного интервала эксплуатации металлических изделий.

Анализ полученного графика показывает на расширение температурного интервала работоспособности полимерных порошковых (композиционных) покрытий при снижении коэффициента температурного расширения полимерных порошковых материалов.

С учетом полученных результатов предлагаются методика выбора свойств полимерных порошковых покрытий и технология нанесения этих покрытий на длинномерных деталях. Методика выполняется в следующей последовательности: проводится анализ напряженного состояния в зоне сцепления покрытий с основой; с учетом главных напряжений на поверхности длинномерной трубы с помощью (6) определяют необходимую величину прочности сцепления $\sigma_{сц.}$ полимерного покрытия с основой; полученное значение $\sigma_{сц.}$ сравнивается с известными результатами; если полученные значения соответствуют ранее известным результатам, выбирается метод напыления покрытий; в противном случае с изменением состава покрытий снижаем коэффициент температурного расширения полимерного порошкового материала, что способствует увеличению прочности сцепления $\sigma_{сц.}$

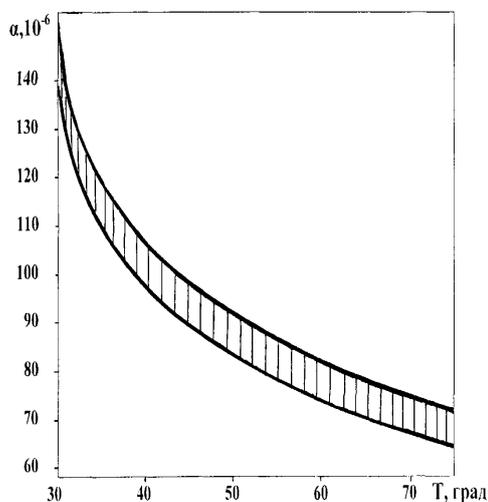


Рис. 1. Зависимость коэффициента температурного расширения полимерного порошкового материала от температурного интервала эксплуатации длинномерных деталей.

Таким образом, изменение состава полимерного порошкового материала считается наиболее рациональным путем снижения коэффициента температурного расширения полимерного материала с целью повышения прочности сцепления $\sigma_{(сц.)}$ покрытий с подложкой.

Литература:

1. Температурные процессы при нанесении полимерных покрытий / Саидов М.Х., Ходжаназаров Х.М. // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. – 2018. -№ 2 (42). -С. 58-62.
2. Витязь П.А., Азизов Р.О. Белоцерковский М.А. Упрочнение газотермических покрытий. -Минск: Бестпринт, 2004 г. – 192 с.
3. Зверев А.И., Шаривкер С.Ю., Астахов Е.А. Детонационное напыление покрытий. – Л.: Судостроение, 1979. – 252 с.
4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Изд. 5-е перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

РОҲҶОИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ МУСТАҲКАМИИ ПАЙВАСТИ РҶҶПҶШ БО АСОС

*М.Ҳ. Саидов, Х.М. Хочаназаров,
Ф.А. Саиджафаров*

Ифодаи муайян намудани мустаҳкамии пайвасти рӯйпӯши полимери таркиби дар кубури пӯлодин ба даст оварда шудааст. Тағйир додани таркиби масолеҳи полимерӣ

яке аз роҳҳои оқилонаи баланд бардоштани мустаҳкамии пайвастагии рӯйпӯш ба ҳисоб меравад.

Калимаҳои калидӣ: рӯйпӯш, ҳолати шиддатнокӣ, масолеҳи ордмайдаи полимерӣ, пайванди адгезионӣ, ҳолати ҳудудӣ.

WAYS TO IMPROVE GRIP STRENGTH

*M. Kh. Saidov, Kh. M. Khojanazarov,
F. A.Saidjafarov*

An expression is obtained to determine the required adhesion strength of a polymer composite coating on a steel pipe. Changing the composition of the polymer material is considered the most rational way to increase the adhesion strength of coatings.

Keywords: coating, stress state, polymer powder material, adhesive compound, limit state.

Сведения об авторах:

Саидов Мансур Хамрокулович – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Металлургия» ТТУ им. ак. М.С.Осими.

E-mail: mansur_saidov@mail.ru.

Ходжаназаров Хайрулло Махмудхонович – ассистент кафедры «Технология, машины и оборудование полиграфического производства» ТТУ им. ак. М.С. Осими.

E-mail: alesha--91@mail.ru.

Саиджафаров Фазлиддин Абдурузиқович – ассистент кафедры «Транспорта» Технического колледжа ТТУ им. ак. М.С. Осими. Тел. (+992) 988 07 15 03

МОНИТОРИНГ, СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОНАХ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПОЧВАХ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ КРАСНЫМ ШЛАМОМ

О. У. Расулов¹, Ш. Б. Назаров², Ф. Б. Зоиров³, Ф. А. Халифаев⁴

^{1,3}Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Института химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан

⁴Горный колледж имени Сороджон Юсупова

В работе приводятся результаты исследования по мониторингу общего содержания ртути в районах, затронутых алюминиевыми заводами в Таджикистане и Словакии и в одной области, залитой красным шламом в Венгрии. Данное исследование охватывает определение общего содержания ртути в приповерхностной почве (0-10 и 10-20 см) и сравнительную оценку содержания ртути в предприятиях алюминиевого производства Таджикистана-Словакии-Венгрии.

Результаты исследования показали, что

общее содержание ртути в Таджикистане составляло от 0,006 до 0,074 мг/кг, в Словакии от 0,057 до 0,668 мг/кг, а в Венгрии - от 0,029 до 1,275 мг/кг.

Ключевые слова: мониторинг, загрязнение, ртуть, почва, алюминиевое производство.

Введение

Одним из экологически сложным производством является алюминиевая промышленность. В 2016 году мировое производство первичного алюминия достигло 58 461 000 тонн, при этом страны Европы и

Азии, включая Китай, произвели 42 843 000 тонн. Два центрально-европейских алюминиевых завода SLOVALCO в Жьяр-над-Хроном (Словакия) и MAL в Айке (Венгрия), произвели 3,982 тыс. тонн алюминия в 2016 году [1].

Производства алюминия сопровождается образованием больших объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и производственных отходов. Кроме того алюминиевое производство является источником распространения в окружающую среду тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей и др. Среды тяжелых металлов ртуть является очень токсичным и как вредное вещество наносит особую лепту в загрязнение окружающей среды.

В настоящей работе приводятся результаты исследования по мониторингу общего содержания ртути в районах, затронутых алюминиевыми заводами в Таджикистане и Словакии, и в одной области, залитой красным шламом в Венгрии. Мы представляем первое определение общего содержания ртути в приповерхностной почве (0-10 и 10-20 см) в Таджикистане и первое сравнительное исследование по оценке содержания ртути в предприятиях алюминиевого производства в Таджикистане-Словакии-Венгрии.

Таджикская алюминиевая компания (TALCO) является одним из ведущих производителей первичного алюминия в Центральной Азии. За последние 30 лет на заводе накопилось большой объем промышленных отходов, что негативно сказывалось на почве, грунтовых водах и качестве воздуха в окружающем регионе [2].

Красный шлам представляет собой твердые отходы переработки бокситов для получения глинозема по процессу Байера. На каждую тонну глинозема производится от 0,3 до 2,5 тонн красного шлама, и его состав зависит от используемой руды и методов обработки [3]. В общем, красный шлам содержит в основном Fe_2O_3 и Al_2O_3 , а также SiO_2 , TiO_2 , CaO , Na_2O и различные микроэлементы (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V и Zn) [4], также присутствуют различные радиоактивные элементы (серии ^{238}U и ^{232}Th) [5].

Риски воздействия красного шлама для здоровья и окружающей среды состоят в высокой щелочности (pH ~ 13), содержании тяжелых металлов и радиоактивных материалов при том факте, что 90% частиц в

сухом красном шламе имеют размер менее 63 мкм, что вызывает серьезные проблемы с дыханием. Кроме того, красный шлам имеет едкий характер. Годовой объем производства красного шлама составляет до 120 миллионов тонн, которые размещаются на свалках, вызывая значительные экологические проблемы [6].

Хотя ртуть широко распространена в красном шламе, исследований по определению ртути в почвах, загрязненных красным шламом, нет. Поэтому в настоящей работе основное внимание уделяется загрязнению почвы ртутью в результате добычи алюминия на трех заводах (TALCO, SLOVALCO, MAL), окружающих три населенных пункта Турсунзаде в Таджикистане, Айка в Венгрии и Жьяр-над-Хроном в Словакии. Мы исследовали содержание ртути в двух слоях почвы, 0-10 см и 10-20 см, в почвах, загрязненной красным шламом в результате экологической катастрофы в 2010 в Айке (Венгрия). Нами в процессе исследований проводились картографирование и изучение характеристики местности. Исследование проводилось на трех участках мониторинга с одинаковыми выбросами, но различной интенсивности, вблизи алюминиевых заводов в Венгрии, Словакии и Таджикистане.

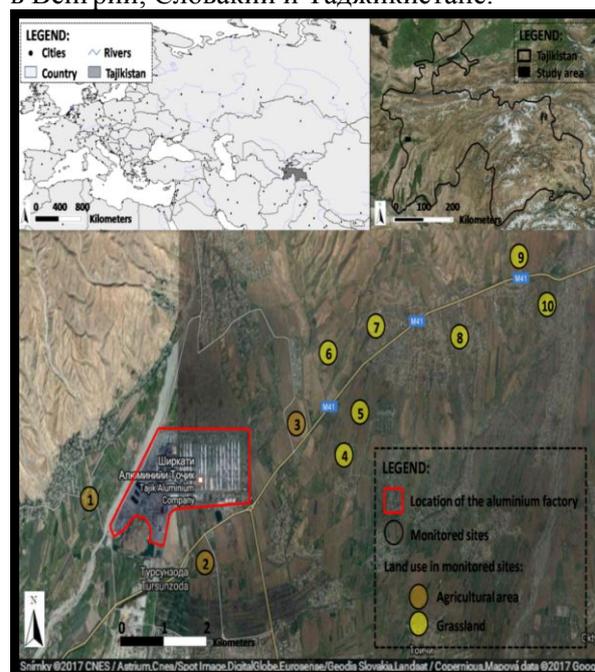


Рис. 1. Область исследования вокруг TALCO в Турсунзаде (Таджикистан).

В Венгрии, в отличие от Словакии и Таджикистана, почва была сильно загрязнена в результате экологической катастрофы в 2010 года. Образцы почвы отбирались на

расстояниях от 0,3 до 12,5 км (Айка), 0,2 -10 км (Жьяр-над-Хроном) и 0,4 - 9,6 км (Турсунзаде) от алюминиевого завода.

Уровни загрязнения почв в Жьяр-над-Хроном в центральной Словакии были зарегистрированы с момента запуска алюминиевого завода.

Производство первичного алюминия приводит к выбросу огромных количеств летучей золы с высоким содержанием тяжелых металлов, а также фторидов (газообразного фтористого водорода и фторидных минералов, таких как криолит), частиц глинозема (Al_2O_3), перфторуглеродов, таких как тетрафторметан (CF_4), гексафторэтан (C_2F_6) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [7].

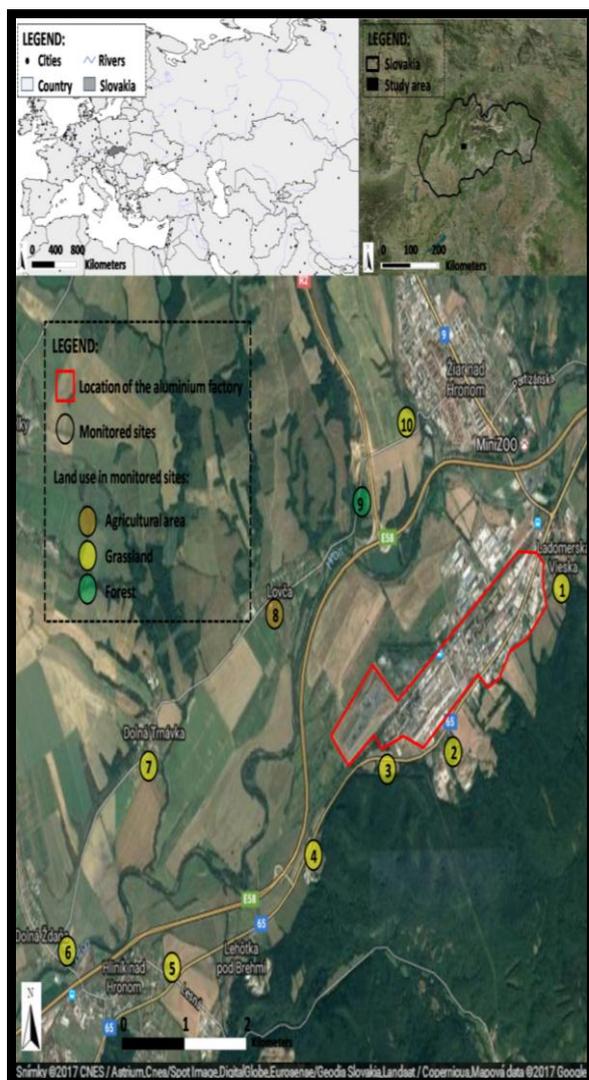


Рис. 2. Область исследования вокруг СЛОВАЛЬКО в Жьяр-над-Хроном (Словакия).

Венгерская алюминиевая компания (MAL-Hungarian Aluminium Company - Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi Zrt.),

специализирующаяся на производстве глинозема и алюминия. Компания была основана в 1995 году в ходе приватизации венгерской алюминиевой промышленности. Обширная добыча бокситов и производство алюминия велись в период с 1940 по 1990 годы. На территории компании с течением времени скопилось около 300 млн. тонн красного шлама [6].

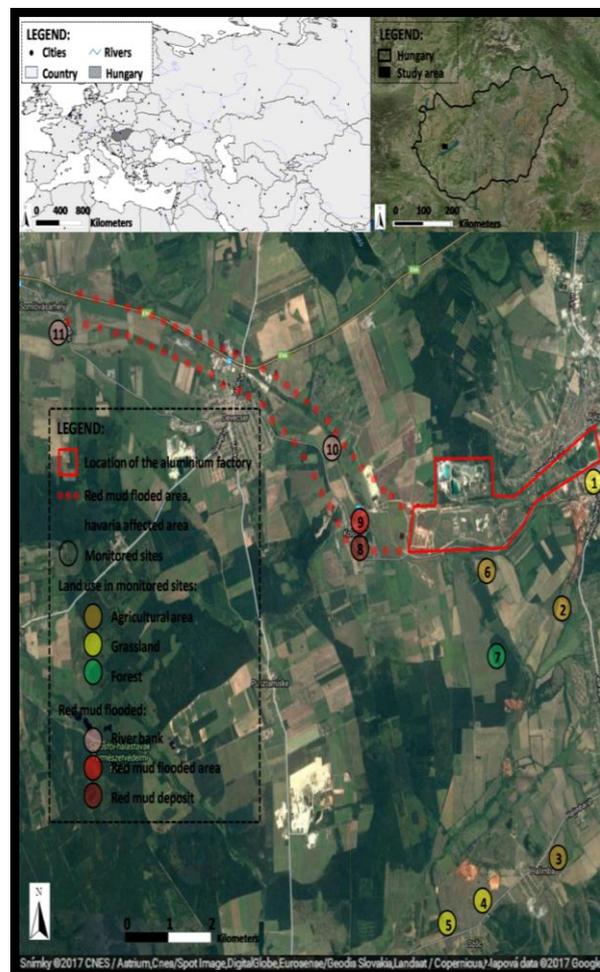


Рис. 3. Область исследования вокруг МАЛ в Айке (Венгрия).

Что касается предыдущих исследований [8-9], средняя концентрация ртути в природных почвах не превышает 400 мкг/кг. Фоновый уровень ртути в различных почвах, о которых сообщают Kabata и Pendias (2001), варьировался от 50 до 300 мкг/кг.

Общее содержание ртути определяли с использованием усовершенствованного ртутного анализатора АМА 254 (одноцелевой абсорбционный спектрофотометр; Altec Ltd., Прага) с пределом обнаружения 0,01 нг рт. Параметры сушки, разложения и ожидания составляли 60 с, 180 с и 45 с соответственно. Каждый образец анализировали не менее трех раз с относительным стандартным отклонением (RSD) 10% или менее.

Таблица 1.

Статистические результаты общей концентрации ртути на отдельных участках (независимо от глубины почвы)/

| <i>Образцы</i> | <i>Мин</i> (мг/кг) | <i>Макс</i> (мг/кг) | <i>Сред. знач.</i> (мг/кг) | <i>Станд. откл.</i> (SD (σ)) | <i>ПДК^а</i> (мг/кг) |
|-----------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| TALCO | | | | | |
| 1 | 0.015 | 0.026 | 0.022 | 0.00234 | 2.1 ^b |
| 2 | 0.012 | 0.016 | 0.012 | 0.00101 | 2.1 |
| 3 | 0.008 | 0.038 | 0.008 | 0.00058 | 2.1 |
| 4 | 0.019 | 0.062 | 0.024 | 0.00157 | 2.1 |
| 5 | 0.007 | 0.009 | 0.007 | 0.00048 | 2.1 |
| 6 | 0.006 | 0.008 | 0.007 | 0.00061 | 2.1 |
| 7 | 0.014 | 0.017 | 0.015 | 0.00167 | 2.1 |
| 8 | 0.010 | 0.035 | 0.011 | 0.00133 | 2.1 |
| 9 | 0.012 | 0.074 | 0.012 | 0.00021 | 2.1 |
| SLOVALCO | | | | | |
| 1 | 0.135 | 0.153 | 0.140 | 0.0064 | 0.5 ^c |
| 2 | 0.355 | 0.453 | 0.366 | 0.0083 | 0.5 |
| 3 | 0.072 | 0.085 | 0.075 | 0.0027 | 0.5 |
| 4 | 0.078 | 0.096 | 0.082 | 0.0029 | 0.5 |
| 5 | 0.095 | 0.131 | 0.111 | 0.0054 | 0.5 |
| 6 | 0.523 | 0.668 | 0.523 | 0.0283 | 0.5 |
| 7 | 0.084 | 0.112 | 0.087 | 0.001 | 0.5 |
| 8 | 0.057 | 0.065 | 0.061 | 0.005 | 0.5 |
| 9 | 0.059 | 0.068 | 0.062 | 0.0056 | 0.5 |
| 10 | 0.064 | 0.071 | 0.065 | 0.0011 | 0.5 |
| MAL | | | | | |
| 1 | 0.060 | 0.073 | 0.073 | 0.00055 | 0.5 ^d |
| 2 | 0.059 | 0.066 | 0.066 | 0.00286 | 0.5 |
| 3 | 0.042 | 0.047 | 0.079 | 0.00232 | 0.5 |
| 4 | 0.101 | 0.043 | 0.180 | 0.00322 | 0.5 |
| 5 | 0.034 | 0.034 | 0.034 | 0.0028 | 0.5 |
| 6 | 0.029 | 0.036 | 0.036 | 0.00248 | 0.5 |
| 7 | 0.063 | 0.076 | 0.076 | 0.00451 | 0.5 |
| 8 | 0.063 | 0.082 | 0.082 | 0.00487 | 0.5 |
| 9 | 0.064 | 0.077 | 0.077 | 0.00369 | 0.5 |
| 10 | 1.021 | 1.275 | 1.154 | 0.12742 | 0.5 |
| 11 | 0.546 | 0.668 | 0.668 | 0.02786 | 0.5 |

^aПредельная допустимая концентрация согласно нормативах отдельных государств.

^bMaximum allowable concentrations of chemical substances in soils, USSR State Committee for Nature, No 02-2333 from 10.12.90.

 available at: http://www.gidrogel.ru/ecol/hv_met.htm#table2
^cAct of the National Council of the Slovak Republic no. 220/2004 Coll. as amended on the protection and use of agricultural land. Available at: <http://www.zakonypreludi.sk/zz/2013-59>
^dDecree et al. 2000

Если концентрация Hg превышает эти значения, это следует считать загрязненным из антропогенных или геогенных источников [9]. Фоновая концентрация ртути в почвах лугов, окружающих Жяр-над-Хроном, составляет $0,0474 \pm 0,005$ мг/кг [9], в Таджикистане он составляет $0,15 \pm 0,04$ мг/кг [10], а в Венгрии - $0,15 \pm 0,02$ мг/кг [11].

На рисунке 4 показано сравнение средней концентрации ртути на глубинах почвы 0-10 и 10-20 см на всех участках отбора проб (TALCO, SLOVALCO и MAL); с $p < 0,05$ и $0,95$ доверительным интервалом. Основываясь на наших результатах, в верхнем слое обнаружено более высокие концентрации ртути, чем нижний, особенно в SLOVALCO и MAL.

В образцах почвы от TALCO мы не обнаружили существенных различий между верхним и нижним слоями (рис. 4). Однако в некоторых образцах нижний слой содержал более высокое содержание ртути, чем в верхнем слое.

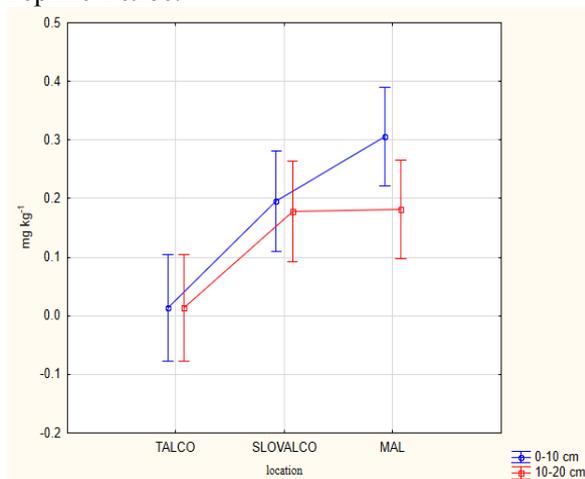


Рис. 4. Среднее значение концентрации общего Hg на глубинах 0-10 и 10-20 см в контролируемых местах (SLOVALCO, TALCO и MAL).

Кроме того, воздействие производства алюминия на окружающую среду зависит, прежде всего, от того, производит ли компания также глинозем (Al_2O_3) на месте. В TALCO глинозем импортируется из-за рубежа, но в настоящее время компания планирует производство глинозема из собственного сырья. В образцах почвы, собранных вокруг TALCO, общая концентрация Hg находилась в диапазоне от 0,006 до 0,062 мг / кг, что было в 10 раз ниже по сравнению с общей концентрацией Hg в образцах почвы из SLOVALCO и MAL. Кроме того, расстояние от алюминиевого завода не оказало значительного влияния на

уровень ртути. Низкие концентрации Hg можно объяснить тем фактом, что компания производит только первичный алюминий, а не глинозем (Al_2O_3), как это происходит в MAL (Ajka, Венгрия). Вокруг TALCO, аналогичные концентрации Hg были обнаружены в обоих слоях почвы, возможно, в результате вспашки.

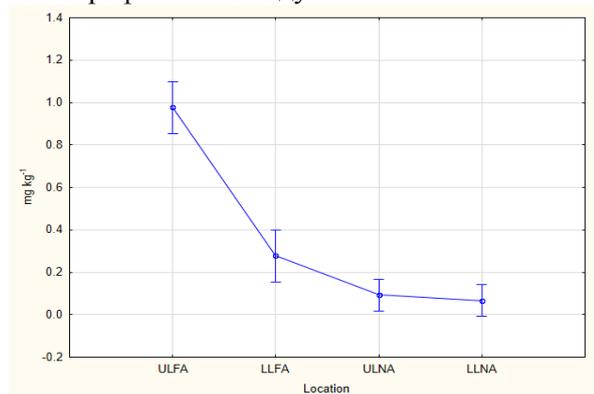
Содержание общего ртути было значительно выше в SLOVALCO, чем в TALCO, в пределах от 0,057 до 0,668 мг/кг и постепенно увеличивалось от глубины к поверхности. Более того, высокая концентрация ртути (0,668 мг/ кг) наблюдалась на участках рядом с алюминиевым заводом и резервуаром красно-коричневой шлама. Суммарные нагрузки были рассчитаны по общему оцененному профилю почвы, 0-20 см, что дает значительно более высокие концентрации Hg в MAL по сравнению с другими областями.

На рисунке 5 показаны общие концентрации ртути на участках, залитых красным шламом, и на участках без подтопления. Самая высокая концентрация ртути (1,275 мг/кг), наблюдаемая в верхнем слое затопленной области, что была в 3,5 раза выше, чем в нижнем слое. Он увеличился к поверхности, но незагрязненные участки не показали существенных различий между глубинами.

Ртуть не был распределен равномерно в MAL; поэтому определение общего содержания ртути анализировали индивидуально для затопленных и не затопленных районов. Такая же высокая концентрация ртути была обнаружена в верхнем слое участков MAL; нижний слой этих загрязненных участков имел ту же концентрацию, что и участки SLOVALCO; в некоторых случаях концентрации были еще меньше (рис. 4). Уровни общего Hg были примерно в 10 раз выше в зоне затопления по сравнению с незатопленной зоной. Концентрации увеличивались к поверхности во всех профилях, но сильно уменьшались на глубине 10 см в зоне затопления.

На рис. 6 и 7 показано сравнение средних значений на глубинах почвы 0-10 и 10-20 см на всех участках (TALCO и SLOVALCO). Была обнаружена сильная корреляция между двумя слоями. Сильные линейные корреляции наблюдались для TALCO ($r = 0,89940$, $p < 0,05$) и SLOVALCO ($r = 0,97486$, $p < 0,05$). Слабая линейная корреляция ($r = 0,47768$, $p < 0,05$) была обнаружена для MAL, возможно, из-за загрязнения почвы красным

шламом в результате экологической катастрофы в 2010 году.



ULFA - верхний слой затопленной области; LLFA - нижний слой затопленной области; ULNA - верхний слой не затопленной области; LLNA - нижний слой не затопленной области.

Рис. 5. Общая концентрация ртути на глубинах 0-10 и 10-20 см на загрязненных и незагрязненных участках исследуемой области MAL.

Для оценки результатов статистического анализа нам необходима информация о геохимическом фоне изучаемых участков. Все минеральные почвы содержат тяжелые металлы геогенного происхождения в различных количествах, главным образом в результате геологических обстоятельств.

Обычно этот естественный фон также формируется педогенным загрязнением от воздействия человека, которые должны быть учтены при оценке.

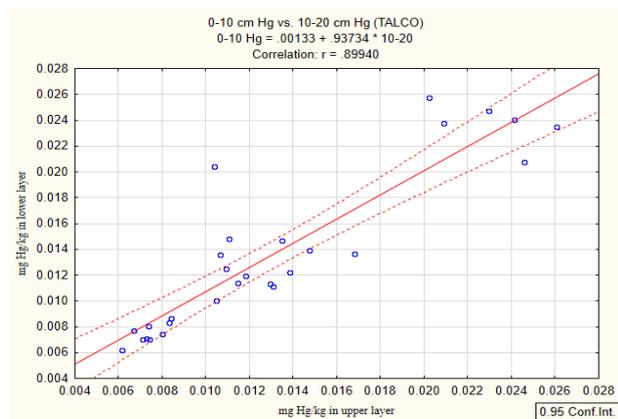


Рис.6. Корреляция общей концентрации ртути на глубинах 0-10 и 10-20 см в TALCO.

Нами выдвинута гипотеза о том, что основной вклад ртути в почву является следствием отходов красного/коричневого шлама, выпущенных SLOVALCO и MAL, что было подтверждено последовательностью распределения ртути в затопленных районах и вокруг хвостохранилищ красного шлама.

Для двух площадок SLOVALCO и MAL верхний слой был более загрязненным, чем

нижний, потому, что красный шлам и загрязняющие воздух вещества, образующиеся в результате промышленных процессов, легко поглощаются почвой.

Различия между концентрацией ртути в верхнем и нижнем слоях обычно можно рассматривать как результат процессов осаждения и просачивание ртути. Предыдущие исследования показали, что Hg может быть связано с органическим веществом почвы, вызывая его задержку во время инфильтрации. Следовательно, верхние почвы, которые содержали больше органического вещества, имели более высокие концентрации Hg [5]. Наблюдаемые концентрации ртути в TALCO были неожиданно низкими и незначительно отличались на глубине, вероятно, из-за методов отбора проб или типа почвы.

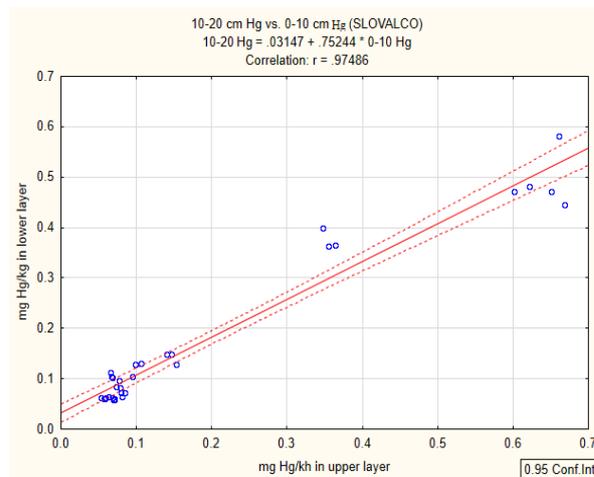


Рис. 7. Корреляция общей концентрации ртути на глубинах 0-10 и 10-20 см в SLOVALCO.

Тем не менее, это исследование впервые определило концентрации ртути на оцененных участках, и мы не знаем о предыдущих стратегиях управления этими почвами и связанных с ними поступлений ртути; поэтому необходимы дальнейшие исследования поверхности почвы.

Можно сделать вывод, что концентрации ртути в почвах Жьяр-над-Хронома и Айки еще выше, но в качестве основы для дальнейшей реабилитации необходимы более подробные исследования. Текущий уровень ртути является результатом, как нынешних выбросов, так и долгосрочного воздействия прошлых выбросов, а также размещение отходов.

Таким образом, на основании результатов исследования показано, что общие уровни ртути в Венгрии и Словакии являются

значительными, в то время в Таджикистане были ниже пороговых пределов.

Области, залитые красным шламом, показали самые высокие общие концентрации Hg. В верхнем слое уровни ртути были обычно выше, особенно в случае Венгрии (в затопленной области) и Словакии (лагуны с красной/коричневой шлама).

В Таджикистане уровни ртути в двух разных слоях почвы существенно не различались. Обычно, когда в лагунах накапливается красный шлам, уровень ртути в почве значительно выше. Однако сложные экологические факторы и отсутствие фонового управления почвой затрудняют такие оценки, что делает необходимым дальнейшее моделирование и исследование.

Литература:

1. World aluminium (2016). Primary aluminium production. Available at: <http://www.world-aluminium.org/statistics/> (14.02.2017).
2. Bertocchi, A. F., Ghiani, M., Peretti, R., & Zucca, A. (2006). Red mud and fly ash for remediation of mine sites contaminated with As, Cd, Cu, Pb and Zn. *Journal of Hazardous Materials B*, 134, 112–119.
3. Čurlík, J., Šefčík, P., 1999. Geochemical atlas of the Slovak Republic, part V: soils. Ministry of the environment of the Slovak republic, Soil science and conservation research institution, Bratislava. ISBN 80-88833-14-0.
4. Klauber, C., Gräfe, M., & Power, G. (2011). Bauxite residue issues: II. Options for residue utilization. *Hydrometallurgy*, 108, 11–32.
5. Kovács, T., Sas, Z., Jobbágy, V., Csordás, A., Szeiler, G., & Somlai, J. (2013). Radiological aspects of red mud disaster in Hungary. *Acta Geophysica*, 61, 1026–1037. doi: 10.2478/s11600-013-0113-5.
6. Anton, A., Rékási, M., Uzinger, N., Széplábi, G., & Makó, A. (2012). Modelling the potential effects of the Hungarian red mud disaster on soil properties. *Water, Air, and Soil Pollution*, 223, 5175–5188.
7. Jamnická, G., Bučinová, K., Havranová, I., & Urban, A. (2007). Current state of mineral nutrition and risk elements in a beech ecosystem situated near the aluminium smelter in Žiar nad Hronom, Central Slovakia. *Forest Ecology and Management*, 248, 26–35. doi: 10.1016/j.foreco.2007.02.033.
8. Dombaiová, R., Huang, J.-H., & Matzner, E. (2005). Mercury and methylmercury in soils and plants of differently contaminated

sites in Slovakia. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168, 238–240.

9. Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). Trace elements in soils and plants (2nd ed.p. 365). London: CRC Press.
10. Kuldanbiev, N. K., (2015). Hygienic monitoring of recreational areas Ferghana Valley. Manuscript thesis for the Doctor degree of Medical Sciences, Bishkek 2015.
11. Decree, J., Vi, N., Eüm, K., 2000. Draft Translation 1–26.

МОНИТОРИНГ, АРЗЁБИИ МУҚОИСАВӢ ВА МУАЙЯН КАРДАНИ СИМОБ ДАР МИНТАҚАҲОИ ИСТЕҲСОЛИ АЛЮМИНИЙ ВА ХОҚҲОИ БО ЛОЙИ СУРҲ ИФЛОСШУДА

*О. У. Расулов, Ш. Б. Назаров,
Ф. Б. Зоиров, Ф. А. Халифаев*

Мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳқиқотро оид ба мониторинги симоб дар минтақаҳо, ки таҳти таъсири корхонаҳои истеҳсоли алюминий дар Тоҷикистон, Словакия ва як минтақаи дар натиҷаи садамаи партовгоҳи корхона (партовгоҳи лойкаи сурх)-и истеҳсоли гилхок ва алюминий дар Маҷористон дар бар мегирад, бахшида шудааст. Таҳқиқоти мазкур муайянкунии миқдори умумии симобро дар сатҳи болоии хок (0-10 ва 10-20 см) ва арзёбии муқоисавии концентратсияи симобро дар минтақаҳои зери таъсири корхонаҳои алюминий дар Тоҷикистон, Словакия ва Маҷористон қарордоштаро фаро мегирад. Натиҷаи таҳқиқот нишон дод, ки концентратсияи симоб дар Тоҷикистон дар ҳудуди аз 0.006 то 0.074 мг/кг, дар Словакия аз 0.057 то 0.668 мг/кг ва дар Маҷористон аз 0.029 то 1.275 мг/кг мебошад.

Калимаҳои калидӣ: мониторинг, симоб, ифлосшавӣ, хок, истеҳсоли алюминий.

MONITORING, COMPARATIVE ASSESSMENT AND DETERMINATION OF MERCURY IN INDUSTRIAL AREAS OF ALUMINUM PRODUCTION AND SOILS CONTAMINATED WITH RED SLIME

*O. U. Rasulov, Sh. B. Nazarov,
F. B. Zoirov, F. A. Khalifaev*

This study investigated total mercury contents in areas impacted by aluminium plants in Tajikistan and Slovakia and in one area flooded with red mud in Hungary. We present the first determination of total mercury contents in the near-top soil (0-10 and 10-20 cm) in Tajikistan and the first comparative investigation of Tajikistan-Slovakia-Hungary. The result

revealed that the total Hg in Tajikistan ranged from 0.006 to 0.074 mg/kg in Slovakia from 0.057 to 0.668 mg kg⁻¹ and in Hungary from 0.029 to 1.275 mg/kg.

Keywords: monitoring, pollution, mercury, soil, aluminium production.

Сведения об авторах:

Расулов Окил Умаркулович – доктор PhD., Заведующей кафедры безопасности жизнедеятельности и экологии Таджикского технического университет имени академика М.С. Осими. Тел: +(992)-372-27-15-81.

E-mail: oqil.rasulov@gmail.com

Назаров Шамс Бароталиевич, д.х.н., Заведующей лабораторией комплексной

переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан. Тел.:+(992) 907-74-77-09. Email: shams_n63@list.ru

Зоиров Фируз Бахронович – ассистент кафедры безопасности жизнедеятельности и экологии Таджикского технического университет имени академика М.С. Осими.

E-mail: firuz6969@mail.ru

Халифаев Фарух – ассистент кафедры геоэкология, Горный колледж имени Сороджон Юсупова. Тел: +(992) 881-08-43-43. E-mail: farrukhi-19933@mail.ru

СОХТОРИ КОМПЛЕКСИ ФАЗАГИИ СИСТЕМАИ Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O ДАР ҲАРОРАТҲОИ 75 ВА 100 °С

Л. Солиев¹, М. Т. Жумаев², Н. З. Ноубова³, Ш. Турсунбадалов⁴

^{1,2,3} *Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садрӣдин Айни*

⁴ *Донишгоҳи Нилскии Нигерия-Туркӣ*

Бо усули диаграммаи комплекси фазагии системаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O дар ҳароратҳои 75 ва 100°С сохта шудааст. Бинобар баландшавии ҳарорат аз 75 то 100°С ва пайдошавии фазаи мувозинатии нави 3Na·C (3NaHCO₃·Na₂CO₃) сохтори диаграммаи системаи омӯхташуда мураккаб мешавад. Муқаррар карда шудааст, ки барои системаи омӯхташуда дар ҳароратҳои 75 ва 100°С мутаносибан чунин миқдори шаклҳои геометрӣ хос мебошад: майдонҳои дивариантӣ – 6 ва 7; қачхатҳои моновариантӣ – 9 ва 11; нуқтаҳои нонвариантӣ – 4 ва 5. Зиёдшавии миқдори шаклҳои геометрӣ, бо баландшавии ҳарорат аз 75 то 100°С, ба ҳосилшавии фазаи мувозинатии нав алоқаманд буда, ба талаботи принципҳои асосии таҳлили физико-химиявӣ мувофиқат мекунад.

Калимаҳои калитӣ: *усули транслатсия, диаграмма, майдонҳо, қачхатҳо, нуқтаҳо, натрий, калсий, карбонат, гидрокарбонат, система.*

Қонуниятҳои мувозинатҳои фазагии системаҳои бисёркомпонента, аз он ҷумла системаҳои бисёркомпонентаи обӣ-намакӣ, яке аз проблемаҳои муҳимтарини химияи назариявӣ ва амалӣ мебошад. Системаи чоркомпонентаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O яке аз қисмҳои таркибии системаи шашкомпонентаи Na,Ca//SO₄,CO₃,HCO₃,F-H₂O мебошад, ки қонуниятҳои мувозинатҳои фазагии онро муайянкунанда асоси назариявии коркарди ашёи полиминералии табиӣ аз сульфатҳо, карбонатҳо, гидрокарбонатҳо, фторидҳои натрию калий

ташкилёфта ва партовҳои саноатии ин намакхоро дошта, масалан партовҳои моеи саноати истеҳсоли алюминий мебошанд. Таҳлили адабиёти мавҷуда [1] нишон медиҳад, ки системаи чоркомпонентаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O дар ҳароратҳои 75 ва 100°С омӯхта нашудааст.

Дар ин мақола сохтори комплекси фазагии системаи чоркомпонентаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O, барои ҳароратҳои 75 ва 100 °С, ки бо усули транслатсия [2,3] муайян карда шудааст, мавриди муҳокима қарор дорад.

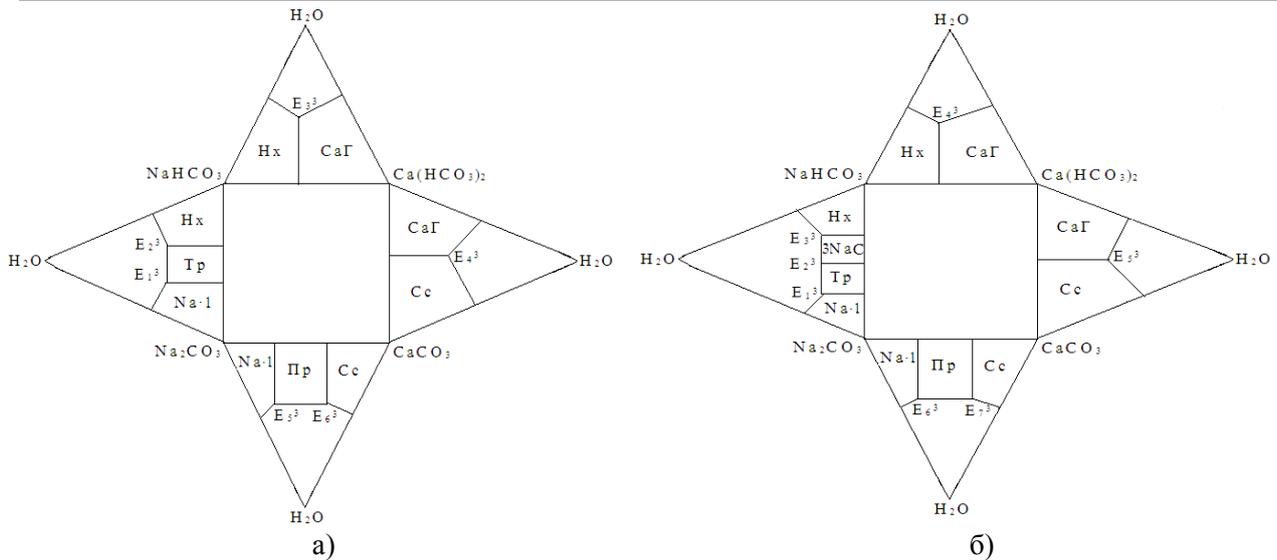
Усули транслатсия аз принципи мутобиқат [4] бармеояд ва онро дар назар дорад, ки бо зиёдшавии компонентнокии система аз n то n+1 элементҳои геометрии системаи n компонента ченакҳои худро яқтоғӣ зиёд намуда, ба сатҳи n+1 компонента, дар шакли қачхатҳо, транслатсия (интиқол) мешаванд ва дар ин сатҳ мутобиқ ба талаботи қоидаи фазаҳои Гиббс, элементҳои геометрии дахлдорро ҳосил мекунанд.

Системаи чоркомпонентаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O аз системаҳои секомпонентаи Na₂CO₃-NaHCO₃-H₂O; NaHCO₃-Ca(HCO₃)₂-H₂O; Ca(HCO₃)₂-CaCO₃-H₂O ва Na₂CO₃-CaCO₃-H₂O ташкил ёфтааст ва барои онҳо дар ҳарорати 75 ва 100 °С чунин нуқтаҳои нонвариантӣ бо фазаҳои саҳти мувозинатӣ хос мебошад, ки аз [5] ҷамъ оварда шуда, дар ҷадвали 1 пешкаш шудааст. Дар ҷадвали 1 ва минбаъд Е ишораи нуқтаи нонвариантӣ буда, дараҷааш ифодаи компонентнокии система ва индекси ифодаи рақами тартибии нуқтаи нонвариантӣ аст.

Чадвали 1.

Мувозинатҳои фазагии системаи чоркомпонентаи $\text{Na,Ca}||\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ дар сатҳи секомпонентагӣ

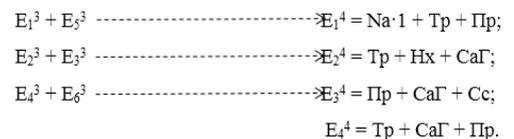
| Системаҳои секомпонента | Изотерма, °C | Нуктаҳои нонварианти | Фазаҳои саҳти мувозинатӣ |
|--|---|----------------------|---|
| $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ | 75 | E_1^3 | $\text{Na} \cdot 1 + \text{Tr}$ |
| | | E_2^3 | $\text{Tr} + \text{Hx}$ |
| | 100 | E_1^3 | $\text{Na} \cdot 1 + \text{Tr}$ |
| | | E_2^3 | $\text{Tr} + 3\text{Na} \cdot \text{C}$ |
| $\text{NaHCO}_3\text{-Ca(HCO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$ | 75 | E_3^3 | $\text{Hx} + \text{CaГ}$ |
| | 100 | E_4^3 | $\text{Hx} + \text{CaГ}$ |
| | $\text{Ca(HCO}_3)_2\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ | 75 | E_4^3 |
| 100 | | E_5^3 | $\text{CaГ} + \text{Cc}$ |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ | 75 | E_5^3 | $\text{Na} \cdot 1 + \text{Pr}$ |
| | | E_6^3 | $\text{Pr} + \text{Cc}$ |
| | 100 | E_6^3 | $\text{Na} \cdot 1 + \text{Pr}$ |
| | | E_7^3 | $\text{Pr} + \text{Cc}$ |



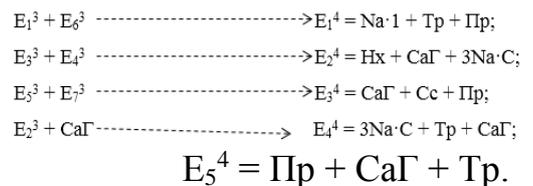
Расми 1. Диаграммаи мувозинатҳои фазагии системаи чоркомпонентаи $\text{Na,Ca}||\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ дар сатҳи секомпонентагӣ барои ҳароратҳои: а) 75°C; б) 100°C.

Барои фазаҳои саҳти мувозинатӣ чунин ишораҳо қабул карда шудааст: Hx – нахколит NaHCO_3 ; Tr – трона $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Na·1 – моногидрати карбонати натрий $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; Cc – калсит CaCO_3 ; CaГ – гидрокарбонати калсий; Пр – пирсонит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $3\text{Na} \cdot \text{C}$ – $3\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$. Дар асоси далелҳои чадвали 1 диаграммаи мувозинатҳои фазагии системаи $\text{Na,Ca}||\text{CO}_3,\text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ дар сатҳи секомпонентагӣ, дар шакли призмаи «кушода», сохта шудааст (расми 1).

Транслятсияи нуктаҳои нонвариантии сатҳи секомпонента ба сатҳи чоркомпонента ба пайдошавии чунин нуктаҳои нонвариантии ин сатҳ меоварад, ки ба таври математикӣ чунин ифода меёбад. Барои ҳарорати 75 °C:



Барои ҳарорати 100 °C:

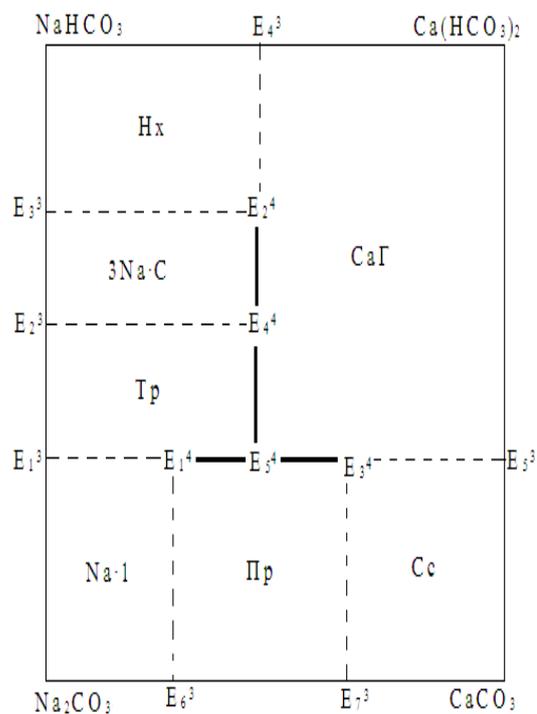
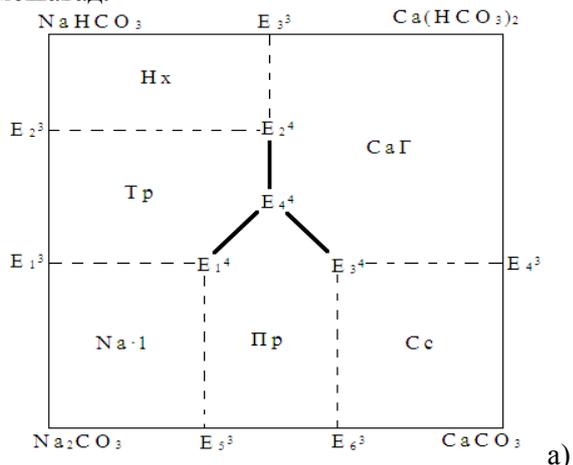


Чи тавре ки мебинем, дар ҳарорати 75°C транслятсияи нуктаҳои нонвариантии сатҳи секомпонента ба сатҳи чоркомпонента ба пайдошавии 4 нуктаи нонвариантии сатҳи чоркомпонента меоварад, ки аз онҳо се тоаш (E_1^4 , E_2^4 , E_3^4) бо усули транслятсияи

«дугарафа» ва яктоаш (E_4^4) бо усули транслятсияи «мобайнӣ» [1,2] ҳосил шудаанд.

Дар ҳарорати 100°C тарнслятсияи нуктаҳои нонвариантии сатҳи секомпонента ба сатҳи чоркомпонента ба ҳосилшавии 5 нуктаи нонвариантии меоварад, ки аз онҳо сетоаш (E_1^4, E_2^4, E_3^4) бо усули транслятсияи «дугарафа», яктоаш (E_4^4) бо усули транслятсияи «яктарафа» ва яктои дигараш (E_5^4) бо усули транслятсияи «мобайнӣ» [1, 2] ҳосил шудаанд.

Дар расми 2 сохтори диаграммаи комплекси фазагии системаи чоркомпонентаи $\text{Na, Ca} \parallel \text{CO}_3, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ барои ҳароратҳои 75 ва 100°C , ки бо усули транслятсия сохта шудааст, пешкаш мешавад.



б)

Расми 2. Диаграммаи комплекси фазагии системаи $\text{Na, Ca} \parallel \text{CO}_3, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ барои ҳароратҳои: а) 75°C ва б) 100°C , ки бо усули транслятсия сохта шудааст.

Дар ҷадвали 2 контури майдонҳои кристаллизатсияи фазаҳои саҳти мувозинатӣ ифода ёфтаанд. Микдори ин майдонҳо дар ҳарорати 75°C 6-то ва дар ҳарорати 100°C 7-то мебошад.

Ҷадвали 2.

Контури майдонҳои дивариантии фазаҳои саҳти мувозинатии системаи $\text{Na, Ca} \parallel \text{CO}_3, \text{HCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ дар ҳароратҳои 75 ва 100°C .

| Фазаҳои саҳти мувозинатии майдонҳо | Контури майдонҳо дар диаграмма (расми 2) | Фазаҳои саҳти мувозинатии майдонҳо | Контури майдонҳо дар диаграмма (расми 2) |
|------------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Изотерма 75°C | | | |
| Na·1 | E_1^3 ----- E_4^4 Na_2CO_3 ----- E_5^3 | Tr | E_2^3 ----- E_2^4 — E_4^4 E_1^3 ----- E_1^4 |
| Hx | NaHCO_3 ----- E_3^3 E_2^3 ----- E_2^4 | CaГ | E_4^3 ----- E_3^4 — E_4^4 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ E_3^3 E_2^4 --- |
| Cc | E_4^3 ----- E_3^4 CaCO_3 ----- E_6^3 | Pr | E_5^3 ----- E_1^4 — E_4^4 E_6^3 ----- E_3^4 |
| Изотерма 100°C | | | |
| Hx | NaHCO_3 ----- E_4^3 E_3^3 ----- E_2^4 | CaГ | E_4^3 --- E_3^4 — E_5^4 — E_4^4 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ E_4^3 E_2^4 --- |

| | | | |
|-------|---|----|---|
| 3Na·C | $\begin{array}{ccc} E_3^3 & \text{-----} & E_2^4 \\ & & \\ E_2^3 & \text{-----} & E_4^4 \\ & & \\ E_1^3 & \text{-----} & E_1^4 \\ & & \\ Na_2CO_3 & \text{-----} & E_6^3 \end{array}$ | Cc | $\begin{array}{ccc} E_5^3 & \text{-----} & E_3^4 \\ & & \\ CaCO_3 & \text{-----} & E_7^3 \\ & & \\ E_6^3 & \text{-----} & E_1^4 \\ & & \\ E_7^3 & \text{-----} & E_3^4 \end{array}$ |
| Tr | $\begin{array}{ccc} E_2^3 & \text{-----} & E_4^4 \\ & & \\ E_1^3 & \text{-----} & E_1^4 \\ & & \\ Na_2CO_3 & \text{-----} & E_6^3 \end{array}$ | Pr | $\begin{array}{ccc} E_6^3 & \text{-----} & E_1^4 \\ & & \\ E_7^3 & \text{-----} & E_3^4 \end{array}$ |
| Na·1 | $\begin{array}{ccc} E_1^3 & \text{-----} & E_1^4 \\ & & \\ Na_2CO_3 & \text{-----} & E_6^3 \end{array}$ | | |

Майдони 7-уми кристаллизатсия ба фазаи 3Na·C ($3NaHCO_3 \cdot Na_2CO_3$) тааллуқ дошта, вай барои ин система дар ҳарорати 100⁰C хос мебошад. Хатҳои моновариантӣ майдонхоро аз якдигар ҷудо намуда, дар мувозинат будани ду фазаи сахтро бо маҳлули сер ифода мекунанд. Хатҳои моновариантӣ сатҳи чоркомпонента табиат (пайдоиш)-и духела доранд. Хатҳои моновариантӣ фосилатор (пунктирӣ) дар натиҷаи транслятсияи нуқтаҳои нонвариантӣ сатҳи секомпонента ба сатҳи чоркомпонента ҳосил шудаанд. Хатҳои моновариантӣ ғафси яқлухт байни нуқтаҳои нонвариантӣ сатҳи чоркомпонента мегузаранд. Зиёдшавии элементҳои геометрии бо баландшавии ҳарорат аз 75 то 100⁰C ба ҳосилшавии фазаи нави мувозинатӣ дар ин ҳарорат – 3Na·C алоқаманд аст, ки ин аз принципҳои асосии таҳлили физико-химиявӣ [6] бармеояд.

Ҳамин тавр омӯзиши мувозинатҳои фазагии системаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O барои ҳароратҳои 75 ва 100 °C бо усули транслятсия нишон дод, ки барои вай дар ин ҳароратҳо чунин таъдоди элементҳои геометрии хос мебошад (ҷадвали 3).

Ҷадвали 3.

Элементҳои геометрии системаи Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O барои ҳароратҳои 75 ва 100 °C, ки бо усули транслятсия муайян карда шудаанд

| Элементҳои геометрии | Изотерма, °C | |
|----------------------|--------------|-----|
| | 75 | 100 |
| Майдонҳои дивариантӣ | 6 | 7 |
| Хатҳои моновариантӣ | 9 | 11 |
| Нуқтаҳои нонвариантӣ | 4 | 5 |

Адабиёт:

1. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. т. II., кн. 1. СПб.: химиздат, 2003, 1246.

2. Солиев Л. Прогнозирование строения диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных водно-солевых систем методом трансляции. М.,1987, 28с. Деп. в ВИНТИ АН СССР 20.12.87г. №8990-В87.

3. Солиев Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции (книга 1). Душанбе. ТГПУ. 2000г, 247с.

4. Горошенко Я.Г. Массцентрический метод изображения многокомпонентных систем.-Киев:Наукова думка, 1982, 264с.

5. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. т.I., кн. 1-2. СПб.: химиздат, 2003, 1152с.

6. Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. М., Наука, 1976, 504с.

СТРОЕНИЕ ФАЗОВОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O ПРИ 75 И 100⁰C

Л. Солиев, М. Т. Жумаев, Н. З. Ноибова, Ш. Турсунбадалов

Методом трансляции построена диаграмма фазового комплекса системы Na,Ca||CO₃,HCO₃-H₂O при 75 и 100 °C. Установлено, что повышение температуры с 75 до 100 °C и появление новой равновесной твердой фазы 3Na·C ($3NaHCO_3 \cdot Na_2CO_3$) сопровождается увеличением количества геометрических образов (поля, кривые, точки), что приводит к усложнению строения диаграммы. Показано, что для исследованной четырёхкомпонентной системы характерно наличие следующего количества геометрических образов, соответственно, для 75 и 100⁰C: дивариантные поля – 6 и 7; моновариантные кривые – 9 и 11; нонвариантные точки – 4 и 5. Увеличение количества геометрических образов с повышением температуры от 75 до 100⁰C связано с образованием новой равновесной фазы, 3Na·C ($3NaHCO_3 \cdot Na_2CO_3$), что вполне

согласуется с основными принципами физико-химического анализа.

Ключевые слова: метод трансляции – диаграмма – поля – кривые – точки – натрий – кальций – карбонат – гидрокарбонат – система.

STRUCTURE OF THE PHASE COMPLEX OF THE SYSTEM

$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$ AT 75 AND 100 °C

L. Soliev, M. T. Jumaev, N.Z. Noibova, Sh. Tursunbadalov

Using the translation method, a diagram of the phase complex of the $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$ system at 75 and 100 °C was constructed. It was established that an increase in temperature from 75 to 100 °C and the appearance of a new equilibrium solid phase $3\text{Na} \cdot \text{C}$ ($3\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$) is accompanied by an increase in the number of geometric images (fields, curves, points), which leads to a more complicated structure of the diagram. It is shown that for the studied four-component system the following number of geometric patterns is characteristic, respectively, for 75 and 100 °C: divariant fields - 6 and 7; monovariant curves - 9 and 11; the invariant points are 4 and 5. An increase in the number of geometric patterns with increasing temperature from 75 to 100 °C is associated with the formation of a new equilibrium phase, $3\text{Na} \cdot \text{C}$ ($3\text{NaHCO}_3 \cdot$

Na_2CO_3), which is in full agreement with the basic principles of physicochemical analysis.

Keywords: a method of compilation - diagram - field - curve - point - sodium – calcium - carbonate - bicarbonate - system.

Сведения об авторах:

Солиев Лутфулло – доктор химических наук, профессор кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С.Айни. Тел: +(992) 37 236-14-82. E-mail: Soliev.Lutfullo @yandex.com

Жумаев Маъруфжон Тагоймуротович - кандидат химических наук, доцент кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С.Айни. Тел: +(992) 919-93-00-00

Ноибова Нигора Замировна - магистр кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С.Айни. Тел: +(992) 93-315-84-15

Турсунбадалов Шерали - кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедры химии Нильский Нигерия-Турецкий университет. E-mail: Sherchem@mail.ru

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

М.А. Сулейманова, М.Э. Саидов

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Автомобильные тоннели в зависимости от способов возведения и эксплуатации являются наиболее трудоемкими и опасными подземными сооружениями. По этой причине обеспечение их экологической надежности и пожарной безопасности является одной из основных задач при проектировании, строительстве и их эксплуатации.

В статье изложены основные мероприятия, обеспечивающие экологическую надежность, пожарную безопасность, а также неблагоприятные факторы, влияющие на окружающую среду в период возведения и эксплуатации, препятствующие проявлению аварийных ситуаций в автомобильных тоннелях.

Ключевые слова: аварийная ситуация, загрязнение атмосферы, почва, подземные воды, автомобильный тоннель, пожарная безопасность, сигнализация.

В последнее время в Республике Таджикистан осуществлено строительство ряда тоннелей транспортного назначения в сложных инженерно- геологических и гидрогеологических условиях.

В аварийных ситуациях при одновременном проведении нескольких видов работ в автомобильных тоннелях возникает серьезная опасность для людей, находящихся в них, и проявляются негативные воздействия на окружающую среду. В связи с этим вопросам экологической надежности тоннелей в настоящее время необходимо уделять большое внимание. [8].

Вопросы экологической безопасности решают на всех стадиях существования проектируемого сооружения. До начала составления проекта автомобильных тоннелей с целью ее надежности и долговечности проводятся инженерно-геологические, гидрогеологические и экологические исследования.

В период строительства оптимальным решением с точки зрения экологической надежности является организация и технология работ, обеспечивающие минимальное вмешательство в окружающую среду и наиболее возможное сокращение продолжительности строительства [1].

На основе прогноза изменения окружающей среды при строительстве и эксплуатации тоннеля проектируются мероприятия по их охране. Результаты расчетов концентрации загрязняющих веществ являются основанием для разработки мероприятий по охране атмосферного воздуха. Здесь важную роль играет расчет массы выбросов загрязняющих веществ от строительной техники электростанций, работающих на дизельном топливе. Этот расчет выполняют в период строительства.

Для создания безопасных условий автодорожные тоннели оснащают современными средствами связи, сигнализации и противопожарной защиты. В таких случаях, как правило, основное внимание уделяется пожарной безопасности и развитию пожаров в эксплуатируемых тоннелях. Во время строительства тоннелей ситуация существенно отличается по отношению следующих характеристик: физических и геометрических условий; пожарной нагрузки; возможности эвакуации и проведения пожарно-спасательных работ.

Используемые для строительства строительное оборудование, материалы отличаются от того, когда тоннель полностью эксплуатируется, а остальные технические сооружения на данный момент не введены в эксплуатацию. Кроме того, перед прорывом тоннель может иметь тупиковую зону, что затрудняет эвакуацию и пожарно-спасательные работы.

Люди, работающие на площадке, могут также испытывать затруднения при прослушивании пожарной сигнализации и переходе в безопасное место, поскольку окружающая среда в тоннеле может быть шумной, и может быть мало вариантов эвакуации, так как маршруты эвакуации могут быть еще не выкопаны или недоступны. В такой ситуации рабочие могут оказаться в ловушке между рабочей зоной и порталом рабочего тоннеля.

Обзор существующих литератур показывает, что по пожарной безопасности на этапе строительства проведено очень мало исследований. В этом направлении появилась острая необходимость в увеличении количества исследований, так как безопасность является

важной частью составленного проекта. Пожары во время строительства тоннелей могут создать угрозу или надолго задержать выполнение проекта.

Выбор оборудования, а также эвакуация и способы борьбы с пожарами для обеспечения безопасности основаны на возникшей дорожной ситуации. Это означает, что при таком планировании не всегда учитываются различные риски, которые могут возникнуть на разных этапах строительства. Риск возникновения пожара также может быть значительно выше во время строительства, чем при обычных условиях [3].

Во избежание риска возникновения пожаров в тоннелях рекомендуется:

-двигатели транспортного средства должны быть проверены на предмет риска пожара, так как многие пожары в транспортных средствах возникают электрическими неисправностями, например, как следствие повреждения изоляции кабеля.

-бензин, этанол или газ нельзя использовать под землей в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, где ведутся горные работы. Однако машины скорой помощи могут заправляться бензином, этанолом или газом. Это можно трактовать как транспортные средства, используемые в подземных сооружениях с дизельным приводом.

Каждое рабочее место должно быть оборудовано сигнализацией в случае пожара. Эвакуационная сигнализация может быть подана, например, с помощью световых и акустических сигналов, по радиосвязи или по телефону [8].

Подземная рабочая зона обычно должна иметь как минимум два отдельных аварийных выхода. Если это невозможно, должны быть приняты специальные меры для безопасного спасения или эвакуации. Мобильные или стационарные убежища должны быть предоставлены в случае необходимости. Выходы должны быть четко обозначены.

Необходимо принять специальные меры для безопасной помощи или эвакуации, включающие: установку спасательных камер или убежищ; предоставление оборудования, обеспечивающего доступ к свежему воздуху; транспортные средства, электроустановки и склады материалов; должны быть оборудованы стационарные устройства автоматического пожаротушения; использование огнестойких проводниковых материалов.

Спасательные камеры или убежища должны быть установлены так, чтобы спасательная камера не располагалась слишком далеко от

рабочего места. Максимальное расстояние до спасательных камер должно составлять 200-300 м. Это расстояние зависит от уклона тоннеля и расстояния до пути эвакуации.

Движение транспортных средств в тоннелях приводит к проявлению таких факторов как задымленность и запыленность. Это приводит к необходимости снижения их концентрации до допустимой величины, устранения задымленности и запыленности воздуха, также создания нормального температурного режима.

Согласно нормам автодорожные тоннели длиной менее 150 м проветриваются естественным путем, а в тоннелях протяженностью 150-400 м должно применяться естественное проветривание при обосновании его расчетами. Тоннели длиной более 400м обязательно должны иметь искусственную вентиляцию.

Искусственная вентиляция автодорожных тоннелей производится путем подачи свежего воздуха и удаления загрязненного с применением продольной, поперечной или комбинированной системы.

Расход подаваемого воздуха в тоннель, который обеспечивает его нормальную эксплуатацию, определяется из условий снижения вредных газов до допустимой концентрации и установления в тоннеле нормального температурного режима. Исходными данными для расчета вентиляции являются: площадь поперечного сечения тоннеля, тип и назначение тоннеля, продольный профиль и план тоннеля, длина тоннеля, категория дороги, интенсивность и скорость движения автомобилей и система вентиляции [5].

Выбор системы вентиляции определяют по формуле:

$$V_B = \frac{Q_{max}}{S_{св}}$$

где V_B - скорость движения воздуха в транспортной зоне тоннеля, м/с;

Q_{max} - максимальное значение требуемого расхода воздуха, м³/с;

$S_{св}$ - сечение тоннеля в свету, м².

Требуемый по условию снижения концентрации (СО) до предельно допустимой расход воздуха определяют из выражения:

$$Q_B = \frac{L \times J_a}{V_a \times (\Delta - \Delta') V_a} \left[m_k \times q_k \times \left(\frac{m_{nk} + m_{ck}}{2} \right) + \right.$$

$$\left. + m_d \times q_d \times \left(\frac{m_{нд} + m_{сд}}{2} \right) \right], \text{ м}^3/\text{с}$$

где: L - длина тоннеля или его участка с одним уклоном, км;

J_a - максимальная часовая интенсивность движения автомобилей, авт./ч (см. табл. 1.1);

V_a - средняя скорость движения колонны автомобилей по тоннелю, км/ч (см. табл. 1.1);

Δ - предельно допустимая концентрация (СО) в воздухе тоннеля, мг/м³ (см. табл. 1.2);

Δ' - концентрация (СО) в приточном воздухе, обычно $\Delta' = 1$ мг/м³;

m_k, m_d - доли автомобилей с карбюраторными и дизельными двигателями в общем потоке;

$c_{nk}, c_{ck}, c_{нд}, c_{сд}$ - коэффициенты, учитывающие влияние уклона проезжей части тоннеля для различных скоростей движения на подъеме и спуске, соответственно, для автомобилей с карбюраторными и дизельными двигателями (см. табл. 1.3);

q_d, q_k - количество (СО), выделяемое одним «осредненным» автомобилем и дизельным двигателем, соответственно, мг/с.

Количество (СО), выделяемое одним «осредненным» автомобилем:

$$q_i = 2.777 \times (1 + 14.9 \eta) Q_T \times P \times c_v, \text{ мг/с},$$

где: η - коэффициент избыточного расхода воздуха в горючей смеси для карбюраторных двигателей $\eta_k = 0,85 \dots 1,2$; для дизельных двигателей $\eta_d = 1,5 \dots 2,5$;

Q_T - расход топлива одним «осредненным» автомобилем, кг/ч (см. табл. 1.4);

P - процентное содержание (СО) в выхлопных газах по массе, %, при равномерном движении принимают для карбюраторных двигателей $P_k = 0,8 \dots 2,5$; для дизельных двигателей $P_d = 0,1 \dots 0,15$;

c_v - коэффициент, учитывающий влияние высоты расположения тоннеля относительно уровня моря (см. табл. 1.5) [5,10].

Таким образом, проблемы экологической надежности и безопасности являются весьма актуальными, так как они предотвращают загрязнение окружающей среды и возникновение аварийных ситуаций. С этой целью разработанные мероприятия, которые обеспечивают экологическую безопасность как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации транспортных тоннелей.

Таблица 1.1.

| Категория дороги | I | II | III | IV |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|
| Максимальная интенсивность движения автомобилей J_{av} , авт./ч | Более 2400 | 2400-1600 | 1600-1800 | Менее 800 |
| Расчетная скорость движения колонны автомобилей V_a км/ч | 80 | 60 | 50 | 40 |

Таблица 1.2.

| Время нахождения транспорта в тоннеле t, мин | Нормальный режим движения | | | | Замедленный режим движения ($V_a < \text{км/ч}$ и остановка движения до 15 мин) |
|---|---------------------------|----|----|----|--|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | |
| Предельно допустимая концентрации CO Δ , мг/м ³ | 60 | 35 | 26 | 21 | 200 |

Таблица 1.3.

| Коэффициенты | Уклоны, % | Тип двигателя | | | | | |
|--------------|-----------|-------------------------|------|------|-----------|------|------|
| | | карбюраторные | | | дизельные | | |
| | | Скорость движения, км/ч | | | | | |
| | | 40 | 50 | 60 | 40 | 50 | 60 |
| c_n | +60 | 1,9 | 1,6 | 1,35 | 3,75 | 4,5 | 5,73 |
| c_n | +40 | 1,75 | 1,4 | 1,25 | 2,85 | 3,4 | 4,3 |
| c_n | +20 | 1,6 | 1,3 | 1,15 | 1,9 | 2,4 | 3 |
| - | 0 | 1,4 | 1,2 | 0,9 | 1 | 1,25 | 1,7 |
| c_c | -20 | 1,25 | 1 | 0,85 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| c_c | -40 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| c_c | -60 | 0,85 | 0,8 | 0,75 | - | - | - |

Таблица 1.4.

| Группы автомобилей | Скорость движения колонны автомобилей, км/ч | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|-------|-------|-------|-------|
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| | Расход топлива G_T , кг/ч, по группам автомобилей | | | | | |
| Легковые | 2,1 | 2,75 | 3,48 | 4,31 | 5,33 | 6,98 |
| Автобусы | 6,39 | 8,58 | 11,47 | 15,1 | 20,72 | 26,05 |
| Грузовые с карбюраторными двигателями | 5,77 | 8,38 | 12,47 | 15,41 | 20,05 | 24,86 |
| Грузовые с дизельными двигателями | 6,93 | 9,85 | 14,79 | 18,71 | 24,95 | 32,2 |

Таблица 1.5.

| Высота над уровнем моря, м | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 |
|---|-----|------|------|------|------|------|
| $C_{вк}$, для карбюраторных двигателей | 1,1 | 1,17 | 1,43 | 1,8 | 2,18 | 2,55 |
| $C_{вд}$, для дизельных двигателей | - | 1 | 1,23 | 1,45 | 1,67 | 1,9 |

Литературы:

1. Строительство автодорожных и городских тоннелей: учебник/ Петрова Е. Н., Сула Н. А., Кравченко Виктор Валерьевич, Зиборов М. А., Щекудов Е. В., 2014г.

2. Проектирование и строительство транспортных тоннелей. Учебное пособие., Сурнина О.

3. Фролов Ю.С., Гурский В.А., Молчанов В.С. «Содержание и реконструкция тоннелей». М.: ФГОУ, 2011.-300с

4. Яков С.Ф., Д.Д. Алексеев «Примеры проектирования автодорожных тоннелей», Автотрансиздат, Москва-1957.

5. А. А. Фугенфиров “Проектирование транспортных тоннелей” СиБАДИ О:2007.

6. С.Н. Власов; Л.В. Маковский. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов М-200-193с.

7. Строительство подземных сооружений: Справочник. – М.: Недра, 1990.

8. Власов С.Н., Маковский Л.В., Меркин В.Е., Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов.-М.: ТИМР, 1997.

9. А. А. Фугенфиров «Проектирование транспортных тоннелей», СиБАДИ О: 2007.

10. Проектирование вентиляции транспортных тоннелей: Методические указания / Сост. А.А. Фугенфиров. - Омск: Изд-во СиБАДИ, 2002. – 44 с.

**ТАДБИРҲО БАРОИ ТАЪМИНИ
БЕХАТАРӢ АЗ СӢХТОР ВА
ЭЪТИМОДНОКӢИ ЭКОЛОГИИ
НАҚБҲОИ АВТОМОБИЛГАРД
М.А. Сулейманова, М.Э. Саидов**

Нақбҳои автомобилгард вобаста аз усулҳои сохтмон ва истифода иншооти мураккаб ва

хатарнок мебошанд. Аз ин рӯ, таъмин намудани эътимоднокии экологӣ ва беҳатарӣ аз сӯхтор яке аз вазифаҳои асосии раванди лоиҳакашӣ сохтмон ва истифодабарӣ мебошад.

Дар мақола чораҳои асосии таъмини эътимоднокии экологӣ, беҳатарӣ аз сӯхтор ва омилҳои номусоиди экологӣ ҳангоми сохтмон ва истифодабарии нақб, пешгирии пайдоиши ҳолатҳои фавқулода дар нақбҳои нақлиётӣ нишон дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҳолатҳои садамавӣ, олудашавии ҳаво, хок, обҳои зеризаминӣ, нақбҳои нақлиётӣ, беҳатарӣ аз сӯхтор, огоҳонӣ.

MEASURES FOR ENVIRONMENTAL RELIABILITY AND FIRE SAFETY OF ROAD TUNNELS

M. A. Sulaymanova, M. I. Saidov

Road tunnels, depending on the methods of construction and operation, are the most complex and dangerous underground structure. For this

reason, ensuring their environmental reliability and fire safety is one of the main tasks in the design of construction and operation.

The article sets out the main measures ensuring environmental reliability, fire safety and adverse environmental factors during the construction and operation of the tunnel, which prevent the emergence of emergency situations in road tunnels.

Keywords: emergency, air pollution, soil, groundwater, road tunnel, fire safety, alarm.

Сведения об авторах:

Сулейманова Мутабар Абдулхаевна - кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты». ТТУ им. ак. М.С. Осими. Тел. (+992) 93-555-79-77

Саидов Мирбой Эрбоевич -соискатель кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций». ТТУ им. ак. М.С. Осими. Тел. (+992) 93-408-20-44, E-mail: said785@mail.ru

ТАҲЛИЛИ ДАСТОВАРДҲОИ АМАЛӢ ВА ТАҲҚИҚОТИ ИЛМӢ ОИД БА ТАШКИЛИ ИНТИҚОЛИ БОРҲОИ КАЛОНҲАЧМУ ВАЗНИН

Р.М. Бабаев

Донишқадаи кӯҳӣ-металлургии Тоҷикистон, ш. Чкаловск, Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар мақолаи мазкур дастовардҳои амалӣ ва таҳқиқоти илмӣ оид ба интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин тавассути нақлиёти автомобилӣ мавриди омӯзиши ва таҳлил қарор дода шудааст. Сатҳи омӯзиши масъалаи баррасишаванда муайян гардида, масъалаҳои таҳқиқнашуда ва камтаҳқиқшуда марбут ба интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин тавассути нақлиёти автомобилӣ муайян шуда, вазифаҳои минбаъдаи таҳқиқот дар ин самт пешниҳод гардидаанд.

Калимаҳои калидӣ: борҳои калонҳаҷму вазнин, воситаҳои нақлиёти автомобилӣ, таҳқиқоти илмӣ, муносибатҳои логистикӣ, андозаҳои габаритӣ, методика, таркиби ҳаракаткунанда.

Дар ҳалли муаммоҳои ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин як қатор олимони саҳми босазо гузоштаанд: Воркут А.И., Возлинский В.И., Иванов А.М., Троицкая Н.А., Лукин И.П., Островский Н.Б., Резник Л.Г., Радовакаго Е.С., Фаробин Я.Е., Фаробин Н.Я., Чеботаев А.А., Якобашвили А.М., Амиров Т.К., Грифф М.И., Завгородний И.П., Диамидов А.С., Колчанов А.Г., Круглова А.А., Мостовой Ю.С., Павлов В.В., Пахтер И.Х., Бизер Л.Я., Поздняков В.А. Приходко А.П.,

Соловьев В.И., Зибров И.А., Сейтлин Г.Д. ва дигарон.

Дар доираи донишқадаҳои илмӣ-таҳқиқотӣ ба масъалаҳои ташкили ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин (БКВ) муассисаҳои таҳқиқотии пешрави мамлакатҳои ИДМ дар давраи собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ, ба монанди ИКТП дар назди Госплани ИҶШС (ФГУП НЦКТП Вазорати нақлиёти Федератсияи Россия), НАМИ, НИИАТ (ФГУП ГосНИИАТ), МАДИ (ГТУ), Промтранс-НИИпроект ва як қатор муассисаҳои дигар шуғл меварзиданд.

Аз ҳамаи гуногуншакли борҳое, ки бо нақлиёти автомобилӣ интиқол дода мешаванд, борҳое мавҷуданд, ки андозаҳои габаритӣ ва массаи онҳо аз меъёрҳои ҷоизӣ зиёданд. Чунин борҳо, чуноне ки муаллифон дар кори илмӣ худ¹ тасдиқ менамоянд, чудонашавандаи ғайригабаритӣ, калонҳаҷм ва вазнин ном гирифтаанд.

Таҳлили ҳуҷҷатҳои меъерии асосӣ, ки ҳамлу нақли ин борҳоро ба танзим мебарорад, ва аз ҷониби О.П. Гуджоян ва Н.А. Троицкая иҷро карда шудааст, нишон медиҳад, ҳоло

¹ Ширяев С. А., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства: учебник для вузов. Под ред. С.А. Ширяева. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 848 с

тасвияи возеҳ ва якмаъноии мафҳуми бори калонҳаҷм ва вазнин мавҷуд нест.

Масъалаҳои интиҳоби воситаҳои нақлиёти автомобилии самаранок барои ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин (БКВ) дар асари Приходько А.П.² баррасӣ гардидааст. Муаллиф қайд менамояд, ки рушди муваффақонаии ҳамлу нақли БКВ бо нақлиёти автомобилӣ аз бисёр ҷиҳат бо истифодаи самаранокӣ таркиби ҳаракаткунанда муайян карда мешавад. Аз ин рӯ, бархӯрди интиҳоби воситаи нақлиёт барои интиқоли бори вазнин бояд бо назардошти хусусияти мутобиқати он ба борҳои интиқолшаванда ва шароити мушаххасе, ки ба ҷараёни интиқоли БКВ хосанд, аз ҷиҳати илмӣ асоснок карда шавад. Қайд кардан зарур аст, ки барои ба даст овардани мақсади гузошташуда муаллиф дар таҳқиқоти илмӣ худ яке аз методҳои таҳлили кластерӣ – методи потенциалҳо, ки дар натиҷаи муқоисаи муносибатҳои асосӣ ба ҷудокунии гурӯҳҳои якҷинсии объектҳои интиҳоб шудааст, истифода карда шудааст.

Масъалаҳои ташаккули сохтори парк ва интиҳоби воситаҳои нақлиёти автомобилӣ барои ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин дар қорҳои илмӣ Шилимов М.В. омӯхта шудаанд.³ Муаллиф рушди нуқтаи назари логистикӣ ба системаи балонӣ ҳамлу нақли БКВ дар асоси ташаккули сохтори муносиби парк ва интиҳоби воситаи нақлиёти нисбатан мувофиқ барои шароитҳои мушаххаси ҳамлу нақл баррасӣ менамояд. Муаллиф муқаррар намудааст, ки хусусияти БКВ муносибати дигарро ба ташаккули парки воситаҳои нақлиёти автомобили (ВНА) талаб менамояд, ки дар натиҷаи он методикаи муносиб кардани қатори параметриҳои ВНА, ки ба БКВ ва шароитҳои истифодаи он мутобиқанд, тартиб дода шудааст. Барои ин маҳакҳои интегралӣ баҳодихӣ дар асоси методи квалиметрӣ – микдорӣ баҳодихӣ сифати маснуоти саноат тартиб дода шудааст.

Масъалаҳои интиҳоби намуди нақлиёт барои ҳамлу нақли БКВ дар таҳқиқоти илмӣ Имаметдинов Р.Х. [6] низ баррасӣ гардидааст. Муаллиф методикае, ки дар фарқият аз методикаҳои мавҷудбудаи интиҳоби воситаи

нақлиёт таҳия кардааст, маҳдуд ва маҳсусгардонидашуда ҳисоб меёбад. Он танҳо барои интиҳоби намуди нақлиёт ҳангоми ҳамлу нақли БКВ пешбинӣ шудааст. Дар он аввалин маротиба оид ба имкониятҳои замонавии намудҳои гуногуни нақлиёт оид ба ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷм ва вазнин иттилоот дода шудааст, иттилоот оид ба нархҳо, ки дар бозори ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷм ва вазнин амал менамоянд оварда шудааст (мувофиқи ҳолати давраи баррасишаванда). Ба тӯлаи хусусияти мазкур методикаи таҳиякардашуда имконият медиҳад, ки тарҳи муносиби интиқоли БКВ (аз нуқтаи назари омили нарх) интиҳоб карда шавад ва оид ба арзиши миёнаи ҳамлу нақли борҳои мувофиқи тарҳи мазкур дар вобастагӣ аз вазни бор, андозаҳои бор ва дурии масофаи ҳамлу нақл иттилоот гирифта шавад.

Таснифоти автоқатораҳо – вазнинкашҳо, талаботи техникаи ба конструксияи ядакҳо, ки барои ҳамлу нақли борҳои тақсимнашавандаи калонҳаҷм ва вазнин таъинот доранд, дар таҳқиқоти илмӣ муаллифони Пахтер И.Х. ва Сейтлин Г.Д. баррасӣ мешавад.⁴ Дар ин асарҳо тавсифи конструксияҳои замонавии ин ядакҳо, қисмҳо ва агрегатҳои онҳо мавҷуд аст, инчунин тавсифномаҳои техникаи ядакҳо – вазнинкашҳо ва автомобилҳои ядакш пешниҳод карда шудаанд.

Муаммоҳои қобилияти гардиши воситаҳои нақлиёт, дар навбати аввал воситаҳои нақлиёти базашон дароз ва пайвандкардашуда дар қорҳои Сейтлин Г.Д. баррасӣ гардидаанд [14]. Дар асоси қорҳои муаллиф системаҳои идоракунии, ки беҳтаршавии гардишнокии воситаҳои нақлиётро таъмин менамоянд, сохтан мумкин аст. Қайд кардан зарур аст, ки тавсияҳои дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда оид ба иҷрои системаи расадии идоракунии бо дермони масирҳо аз ҷониби заводи мошинсозии ядакҳои автомобилӣ ва трактории ш. Челябинск барои қорӣ намудан дар конструксияҳои ядакҳо – вазнинкашҳои борбардорашон то 1000 тонна қабул шудаанд. Муаммои ҷобачошавии таркиби ҳаракаткунанда барои ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин дар қорҳои илмӣ Круглова А.А.⁵ баррасӣ гардидааст.

² Приходько А.П. Выбор эффективных автотранспортных средств для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов (КТГ): автореферат дисс... кандидата технических наук: 05.22.10.- Москва, 1991. – 21 с.: ил.

³ Шилимов М.В. Формирование структуры парка и выбор автомобильных транспортных средств для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов: дис. кандидат технических наук: 05.22.01.- Транспорт, транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте. Москва, 2005. – 145 с.

⁴ Пахтера И.Х., Цейтлина Г.Д. Современные конструкции прицепов – тяжеловесов.- М.: НИИНавтопром, 1971, 99, стр.; 2. Пахтер И.Х., Цейтлин Г.Д. Современные автопоезда-тяжеловесы. Обзорная информация НИИНавтопрома. М., 1981, 46, стр.

⁵ Круглова А.А. «Размещение подвижного состава для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов». Дисс. к.т.н М. МАДИ, 1991.

Ба ақидаи Шилимов М.В. [13] борҳои калонҳаҷму вазнин аз сабаби хусусиятҳои худӣ бор, эҳтиёҷ ба он, мураккабии ҳамкориҳои бор дар мавқеи нақлиётӣ бо роҳ ва иншооти сунъии он назар ба дигар борҳо хангоми лоиҳакашии системаҳои ҳамлу нақли истифодабарии логистика ҳамчун алгоритми идоракунии, ки ба муносибгардониҳои ҳаракати анбухҳои маводӣ ва иттилоотӣ бо кафолати пурраи бехатарӣ хангоми самаранокии баланд, талаб менамоянд.

Истифодабарии муносибатҳои логистикӣ ба ташкили ҳамлу нақли борҳои вазнину калонҳаҷм бо нақлиёти автомобилӣ, аз ҷумла, тавассути гузаргоҳҳои роҳи оҳан дар қори Поздняков В.А. [8] баррасӣ карда шудаанд. Маълум аст, ки интиқолдиҳии БКВ на танҳо бо нишондиҳандаҳои ҳаҷмӣ – вазнини бор, балки бо номукаммалии шабакаи кӯчаю роҳҳо ва иншооти сунъӣ низ мураккаб мегардад. Он дар умум системаи логистикӣ нақлиётӣ мебошад. Бинобар ин, муаллиф қайд менамояд, ки яке аз ҷойҳои нозуки шабакаи кӯчаю роҳҳо гузаргоҳи роҳи оҳан ҳисоб меёбад, ки истифодабарии муносибатҳои замонавии логистикиро тақозо менамояд. Дар мавриди мазкур муаллиф муносибати логистикиро ҳамчун имконияти таъмини дастраскунии саривактӣ борҳои калонҳаҷму вазнин ва гузариши кафолатноки бемамониат ва бехатарии гузаргоҳ аз ҷониби автомобили интиқолдиҳандаи ҷунин борҳо тавассути унсурҳои дилхоҳи шабакаи кӯчаю роҳ, аз он ҷумла, тавассути гузаргоҳҳои роҳи оҳан низ баррасӣ кардааст. Арзиши амалии қори Поздняков В.А. таҳияи методи шакливозкунии шабака, инчунин муайян намудани сарбориҳои динамикӣ хангоми гузариши ҳатсайри ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷм ва вазнин тавассути гузаргоҳҳои роҳи оҳан ҳисоб меёбад.

Шарти пешакии системаи логистикӣ ҳамлу нақли БКВ инчунин дар диссертатсияи доктории Н.А. Троицкая тасвир шудааст, ки дар он ҷо ба намуди тарҳ унсурҳои асосии он ишорат шудаанд. Аз ҷониби муаллиф тарҳи балоихагирии системаи логистикӣ ҳамлу нақли БКВ (расми 1) пешниҳод карда шудааст.⁶

Тарҳи муаллиф пешниҳодкарда дар ҳар як қадам таҳлили муфассали дақиқи вазиятро барои ба даст овардани ҳалҳое, ки бехатариро

барои бор, воситаи нақлиёт, шабака ва муҳити атроф кафолат медиҳад, пешбинӣ менамояд.

Интиқолдиҳии БКВ тавассути иншооти кӯпрукӣ яке аз масъалаҳои мураккаб ҳисоб меёбад, ҷунки ин иншоот иншооти хеле мураккаб ва гаронарзиш дар роҳҳо мебошанд. Ба муаммои мазкур дар тадқиқоти илмӣ Зибров И.А. диққат дода шудааст. Аз ҷониби муаллифи асар [5] методикаи интиқоли воситаи нақлиёти автомобилӣ нисбатан мувофиқ барои гузаронидани бор тавассути иншооти кӯпрукӣ таҳия карда шудааст.

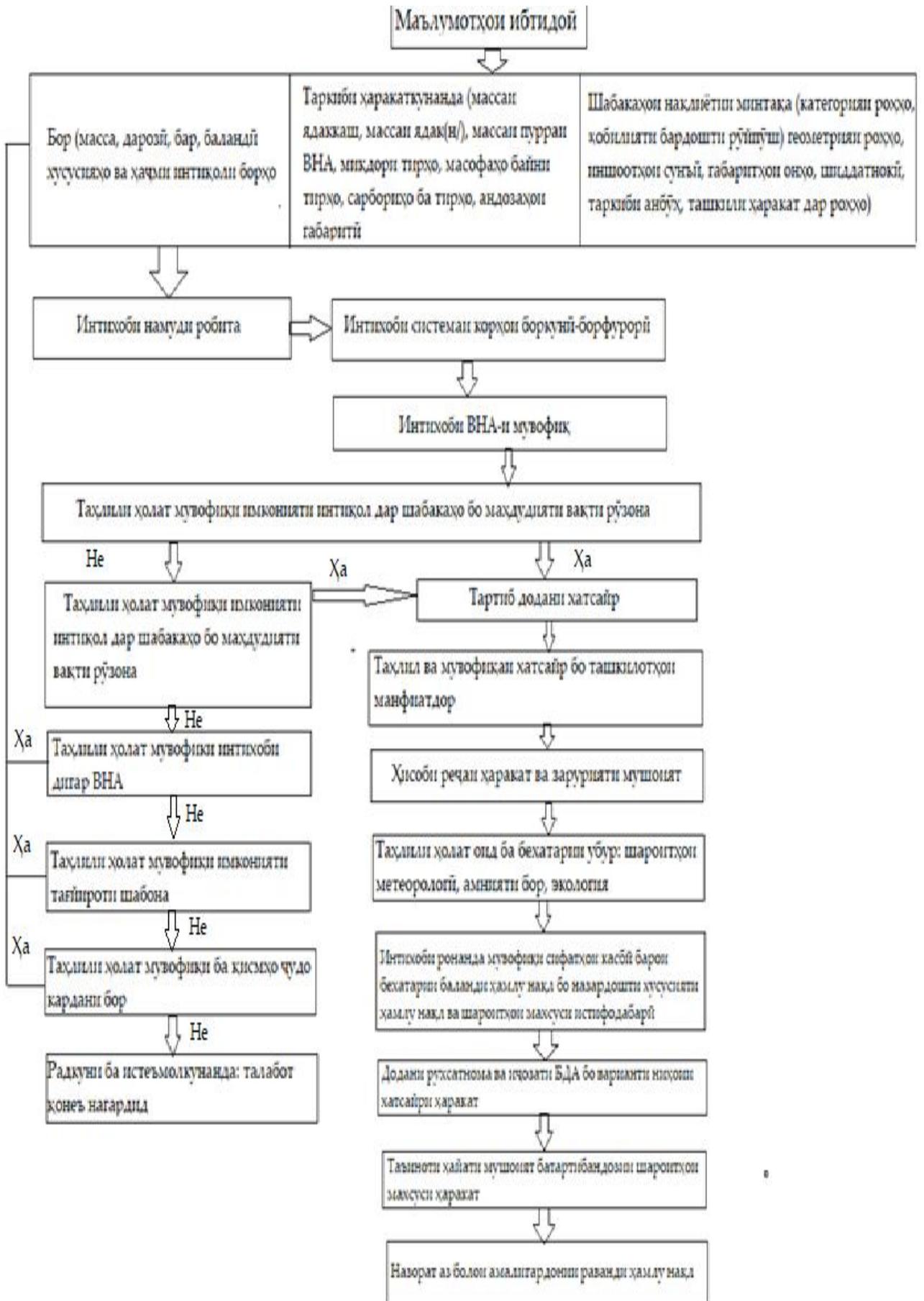
Методикаи аз ҷониби муаллиф коркардшуда дар сатҳи балоихагирии ҳамлу нақли БКВ имконият медиҳад, ки таркиби ҳаракаткунанда бо кафолати имконияти гузаштани иншоотҳои кӯпрукӣ интиқоб карда шавад (расми 2). Дар он муносибати логистикӣ ба тадқиқоти унсурҳои алоҳидаи система пешниҳод карда шудааст.

Ташкили ҳамлу нақли байналмилалӣ борҳои калонҳаҷму вазнин, инчунин масъалаҳои бо он алоқаманд, аз он ҷумла: борҳои калонҳаҷм ва вазнин ва истифодабарии намудҳои гуногуни нақлиёт барои интиқоли онҳо; таҳлили бозори хизматҳои нақлиётӣ – экспедитсионӣ оид ба ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷм ва вазнин; муаммоҳое, ки хангоми ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин ва принципҳои илмӣ-методӣ ҳалли онҳо дар асари⁷ Имаметдинов Р.Х. баррасӣ карда шудааст.

Ҷун қоида, ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷму вазнин анҷом додани ҳисоби дурустро барои ҷойгиркунии ҷунин борҳо, мустақкамкунии онҳоро дар воҳиди бории таркиби ҳаракаткунанда талаб менамоянд. Ба масъалаҳои методикаи ҳисоби мустақкамкунии борҳои калонҳаҷму вазнин, аз он ҷумла, шаклашон силиндрӣ, бехатарӣ ва амнияти интиқоли онҳо асари [9] бахшида шудааст. Дар он ҳалли нави масъалаҳои амалӣ оид ба такмил додани методикаи ҳисоби мустақкамкунии борҳои шаклашон силиндрӣ, ки ба таъмини бехатарии ҳаракати таркиби ҳаракаткунанда ва ҳамлу нақли ҳифзшавандаи борҳоро дар роҳи ҳаракат мавҷуд аст. Омилҳои муҳиме, ки ба паст шудани қобилияти қорӣ ронандагони БКВ интиқолдиҳанда, дар ҳар як соати идоракунии таркиби ҳаракаткунандаи махсусгардонидшуда дар қори [7] муайян карда шудаанд.

⁶ Троицкая Н.А. «Методологические основы проектирования системы транспортировки крупногабаритных тяжеловесных грузов автомобильным транспортом», Дисс. доктора техн. наук. -М., 1993.

⁷ Имаметдинов Р.Х. Организация международных перевозок крупногабаритных и тяжеловесных грузов по территории Российской Федерации: дис. кандидат экономических наук: 08.00.05. - Экономика и управление народным хозяйством (транспорт). Москва 2003, 168 с.



Расми 1. Тарҳи балоиҳагирии системаи логистикии ҳамлу нақли бори калонҳаҷму вазнин.

Муаллифи он чорабиниҳоро оид ба паст кардани таъсири он омилҳое, ки аҳамияти онҳо ба эътиמודнокии системаи “ронанда – автомобил – роҳ (РАР)” хусусияти таъсири манфӣ доранд, пешниҳод менамояд.

Ба коркарди авиатсияи нақлиётӣ вазнин, ташкили интиқолдиҳии борҳои вазнин бо истифодабарии техникаи авиатсионӣ (ТА) олимон, конструкторон, ташкилотчиёни истеҳсолот ва роҳбарони хоҷагии мамлакатҳои собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ ва мутахассисони хориҷӣ ба монанди И. Сикорский, О.К. Антонов, В.М. Мясишев, В.Г. Анисенко, В.И. Толмачев, А.Н. Туполев, П.В. Балабуев, Р.Л. Бартини, А.Я. Белолипетский, В.Ф. Ерошин, Р. Ормсби, В.В. Щербитский, Ю.М. Киржнер, В.А. Бессонов, Г.С. Бюшгенс, Я.М.

Серебрянский, С.Уиткомб, С.Я. Наумов, К.В. Бородин, А.И. Зябко, А.И. Исайкин, М. Хейиз, Н.Д. Кузнецов, А.Г. Ивченко, В.А. Лотарев, Н.П. Звонарев, Е.А. Шахатуни ва ғ. саҳми калон гузоштаанд.

Аз ҷумла, раванди ташкили истеҳсоли ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷми нодир дар мисоли нақлиёти авиатсиониро дар кори худ Матовников А.Н. баррасӣ менамояд. Муаллиф қайд менамояд, ки муаммои асосии ташкили истеҳсоли ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷми нодир дар нақлиёти ҳавоӣ гуногуншаклии тавсифномаҳои массагӣ-геометрии онҳо мебошад, ки коркарди усулҳои нави мувофиқкунии онҳо бо имкониятҳои техникаи тайёраи нақлиётиро талаб менамояд.



Расми 2. Таҳлили имконияти гузарониши БКВ аз иншооти кӯпрукӣ.

Методикаи аз ҷониби муаллиф таҳияшудаи ташкили раванди истеҳсоли ҳамлу нақли авиатсионии борҳои калонҳаҷми нодир имконият медиҳанд тақдирҳои усулҳои ташкилӣ ва технологияи омодаасозии категорияҳои мазкурӣ борҳо барои ҳамлу нақли ҳавоӣ дар киштиҳои нақлиётӣ ҳавоии васеъфюзеляжӣ амалӣ карда шавад. Чӣ хеле ки омӯзиши манбаҳои адабиётӣ нишон медиҳад, солҳои охир як қатор корҳои илмӣ ва

тадқиқотӣ оид ба масъалаҳои тақдирҳои балоихагирии системаҳои ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷми вазнин бо нақлиёти автомобилӣ ба миён омадаанд [5, 10, 11, 12, 16 ва дигарон]. Яке аз чунин таҳқиқотҳо аз ҷониби Кошарниев А.Н. гузаронида шудааст. Муаллиф ҳалли концептуалии масъалаи балоихагирии системаҳои интиқолдиҳии БКВ-ро бо нақлиёти автомобилӣ дар асоси истифодабарии

амсиласозии математикӣ ва истифодабарии МЭҲШ (расми 3) пешниҳод менамояд.

Аз ҷумла, аз ҷониби муаллиф методика ва барномаи амсиласозии равандро таҳия карда шудаанд. Бо ёрии методикаҳо ва барномаҳои таҳиякардашуда сарборҳои тирӣ ба роҳ, массаи калонтарини ядакшҳо кашолакунанда, гумшавии гузароӣ ва устуворӣ, ҷойгиршавандагии автоқатора бо БКВ ба роҳрави нақлиётӣ муайян карда мешаванд. Инчунин методикаи асосноккунии речаи оқилонаи ҳаракати автоқатора бо БКВ таҳия карда шудааст.

Интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин аз сабаби хусусиятҳои худӣ бор, талабот ба он, мураккабии ҳамкории бор ва мавқеи нақлиётӣ бо роҳ ва иншоотҳои сунъии он кафолати пурраи бехатариро бо самаранокии баланд талаб менамояд. Муаллифи таҳқиқот [15] қайд менамояд, ки барои такмил додани интиқоли бехатари БКВ боз ҳалли якҷанд масъалаҳо ба монанди коркарди талабот ба воситаҳои нақлиёт барои ҳамлу нақли БКВ, таҳияи таснифоти бисёрченакии борҳо, таҳлили воситаҳои нақлиёти мавҷудбуда бо назардошти таҷрибаи ҷаҳонӣ ва ваколатнокии интиқоб оид ба параметрҳои бор ва ғайраҳо ҳал кардан зарур аст.

Ҳалли самаранокии муаммоҳои интиқолдиҳии борҳои калонҳаҷм ва вазнин ба бехатарии ҳаракат дар роҳҳои автомобилгард ва инкишофи соҳаҳои пешбарандаи саноат таъсири калон мерасонад.

Таҳқиқот муқаррар намудааст, ки бехатарӣ ва самаранокии ҳамлу нақл бо дараҷаи калон бо воситаи нақлиёт бо назардошти мувофиқати он ба бори мушаххас ва хусусиятҳои минтақаи ҳамлу нақли онҳо муайян карда мешаванд.

Лекин ҷӣ хеле ки таҳқиқоти зиёд⁸ нишон медиҳад, муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ бо

таркиби ҳаракаткунда барои ҳамлу нақли БКВ дар сатҳи зарурӣ ҷӣ аз ҷиҳати сифат ва ҷӣ аз ҷиҳати миқдор мучаҳҳаз нестанд. Ҳолати мазкур ба паст шудани фоиди софи натиҷавии интиқолдиҳанда ва рақобатнопазирӣ он дар бозори хизматҳои нақлиётӣ меорад.

Дар қорҳои илмии Бобиев Р.С. [1, 2, 3] масъалаҳои интиқолдиҳии БКВ дар шароитҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, муаммоҳои рушди он баррасӣ гардидаанд. Аз ҷониби муаллиф ҳолати воқеии ҳамлу нақли борҳои калонҳаҷми вазнин дар ҷумҳурӣ таҳлил карда шудаанд, муаммоҳо муайян карда шудаанд, тақлифҳо оид ба ҳалли муаммоҳои муайянкардашуда пешниҳод шудаанд.

Бобиев Р.С. [2] дар таҳқиқоти худ аз ҷумла, қайд менамояд, ки маҳдудиятҳо оид ба массаи бори интиқолшаванда дар нақлиёти автомобилӣ назар ба дигар намудҳои нақлиёт назаррасанд, ки он пеш аз ҳама бо маҳдудиятҳо ба иншооти сунъии роҳ алоқаманд аст. Хусусияти нақлиёти автомобилӣ ва роҳҳои автомобилгард ба истифодабарии як қатор воситаҳо барои васеъгардонии маҳдудиятҳо имконият медиҳад.

Лекин дар ин маврид дар шароитҳои роҳҳои кӯҳии Тоҷикистон на ҳамеша истифодабарии тавораҳои муваққатӣ ё таҷдиди роҳҳо, кӯпрукҳо, пуркуваткунии роҳ, технологияҳои гуногуни ҳамлу нақл, масалан, ҷудо кардани ядакш ва “кашола карда бурдани” нимядак бо бор ва ғайра имконпазир аст. Илова бар ин, роҳҳои кӯҳӣ ва баландкӯҳӣ мураккаб ба хосиятҳои истифодабарии автомобил таъсири махсус мерасонанд. Роҳҳои баландкӯҳӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон асосан аз фарозиҳо ва нишебихоё иборатанд, ки тӯли онҳо ба 20-30 км мерасанд, кунҷҳои нишеби қаддӣ 10% мебошад. Дар қитъаҳои хоси пеш аз ағбагӣ ва ағбагӣ гардишҳои зиёди радиусашон хурд мавҷуданд, ки бузургии онҳо ҳамагӣ 8-12 м, кунҷҳои гардиш бошад дар роҳҳои морпеч ба 300 мерасад. Печ дар печии роҳҳо идоракунии автомобилро мураккаб менамояд, аз ронанда шиддатнокии калон, таҳассусияти баландро талаб менамояд. Муаллифи таҳқиқоти илмии [4] ҳаракати маҷмааҳои бисёрбандиро мувофиқи сатҳҳои тақиягии деформатсияшаванда, инчунин ҳаракати автоқатораҳо мувофиқи бераҳа амсиласозӣ намудааст. Амсилаи якуми математикӣ чунин тартиб дода мешавад, ки координатаҳои ҷойгиршавии ҳаракатдиҳандаҳо нисбати системаи ҳаракатноки

⁸ 1) Гаджинский А.М. Логистика. Уч. для студентов ВУЗов и ССУЗов. 2-ое изд. -М.: Маркетинг, 1999;

2) Инструкция по перевозке КТГ автомобильным транспортом по дорогам РФ, утвержденная Минтранс России и согласованная с МВД РФ. -М., 1996;

3) Кузнецов Е.И. Исследование и выбор параметров автомобильных кузовов фургонов. Дис. канд. техн. наук. -М. МАДИ, 1971;

4) Пахтер И.Х., Цейтлин Г.Д. Современные автопоезда-тяжеловозы. Обзорная информация НИИНавтопрома. М., 1981;

5) Прокофьев М.В. Автомобильные транспортные средства. - М.:АСМАП, 2002;

6) Сергеев В.А., Корнилов П.Ю. Зарубежные транспортные средства для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов. - М.: ЦНИИТЭИавтопром, 1988;

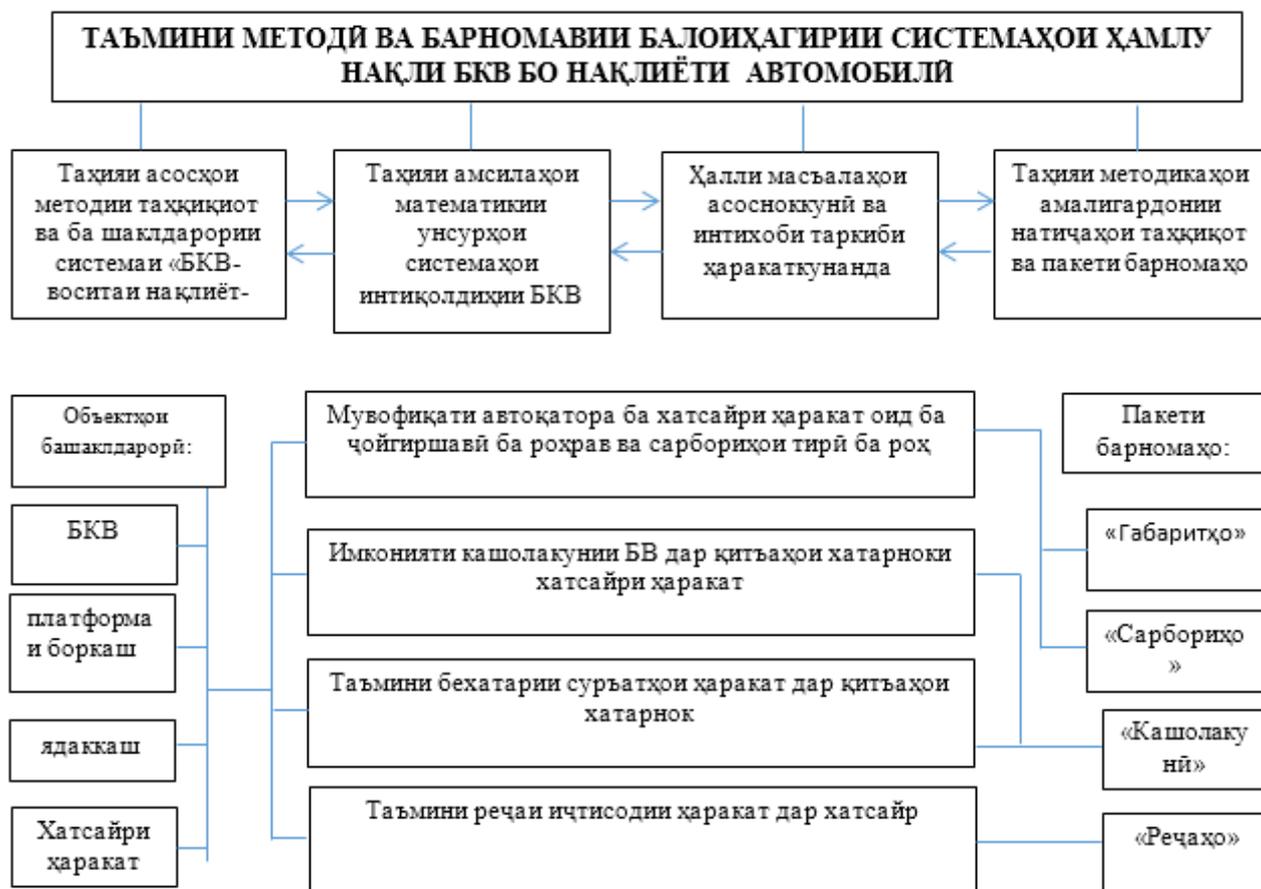
7) Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чартков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. - М.: Транспорт, 1989;

8) Сорокин Б.Д. К методике установления рациональной структуры автомобильного парка при помощи ЭВМ. /Сб. трудов ИКТП. «Вопросы развития автомобильного транспорта». -М.:

координата, ки бо бадани банд алоқаманд аст, новобаста аз ҳамдигар дода мешаванд.

Аз ҷумла, дар асоси охирон методи пешгӯии гузароии маҷмааҳои нақлиёти чархдор, ки барои ҳалли масъалаи мушаххаси амалӣ истифода шудаанд, аҳамияти муҳими амалӣ доранд. Бартарияти таҳқиқоти мазкур аз он иборат аст, ки бо ёрии амсилаҳои математикии таҳиякардашуда дар он дар марҳилаи балоиҳагирӣ масъалаҳое, ки бо пешгӯикунӣ чолокии (манёврҳои) системаҳои нақлиётӣ, бо коркардкунӣ алгоритмҳо ва қонунҳои идоракунии рулии ядаккаш ва банди ядакиро ҳал кардан мумкин аст. Он имконият медиҳад, ки таъсири тавсифномаҳои василаҳои пайвандкунӣ ба

динамикаи система дар умум чӣ дар асоси таъғии деформатинашаванда ва чӣ дар шароитҳои бераҳа дар марҳилаи балоиҳагирӣ воситаҳои нақлиёт ва ҳам дар раванди истифодабарӣ таҳлил карда шавад. Сатҳи омӯзиш ва таҳлили дастовардҳои амалӣ ва тадқиқотҳои илмӣ оид ба ташкили интиқолдиҳии борҳои калонҳаҷму вазнин нишон медиҳанд, ки новобаста аз мавҷуд будани қорҳои илмӣ ва таҳқиқот дар ин самт, ҳамоно масъалаҳои интиқоби технологияҳои аз нигоҳи экологӣ ҷавобгӯ ва бехатарии қорҳои боркунӣ борфарории интиқоли автомобилӣ борҳои калонҳаҷму вазнин ба таври бояд омӯхта нашудаанд, ки иҷрои таҳқиқоти нави илмӣ дар ин самт тақозо мекунанд.



Расми 3. Сохтори қор ва алоқии байниҳамдигарии масъалаҳои таҳқиқот

Адабиёт:

1. Бобиев Р.С. Предложения для развития перевозок специфических грузов автомобильным транспортом в Таджикистане. // Автомобильный транспорт. – Москва, АНО «Редакция журнала «Автомобильный транспорт», 2003. - №4. – С.19-20.

2. Бобиев Р.С., Бабаев Р.М. Проблемы развития перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом в условиях республики Таджикистан //Материалы Международной научно-практической конференции «Безопасность движения и инновационная

деятельность в сфере транспорта» Душанбе, ТТУ имени академика М.С. Осими, 03–04 июля 2015 года, Вестник ТТУ имени академика М.С. Осими №3(31), С. 151-155.

3. Бобиев Р.С. Некоторые характеристики различных технологий погрузочно-разгрузочных работ при организации транспортировки круп-негабаритных тяжеловесных грузов / Р.С. Бобиев, Р.М. Бобоев // Материалы Научно-практической конференции, посвященной 20-летию годовщины Национального единства и Году молодежи «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». - 2017. - С.68-74.

4. Горелов В.А. Математическое моделирование движения многосвязных колесных транспортных комплексов с учетом особенностей конструкций сцепных устройств. Электронное научно-техническое издание «Наука и образование», Эл №ФС 77 – 30569. 77-30569/343394, №02 февраль 2012 г. <http://technomag.edu.ru>.

5. Зибров И.А. Оптимизация технологии перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов через мостовые сооружения: дис. кандидат технических наук: 05.22.01 - Транспорт, транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте. Москва, 2003. – 151 с.

6. Имаметдинов Р.Х. Организация международных перевозок крупногабаритных и тяжеловесных грузов по территории Российской Федерации: дис. кандидат экономических наук: 08.00.05. - Экономика и управление народным хозяйством (транспорт). Москва 2003, 168 с.

7. Короткова Ю.А. Разработка и обоснование методики профессионального подбора водителей на специализированном подвижном составе: дис. кандидат технических наук: 05.22.08 – Управление процессами перевозок. Москва, 2012. – 158 с.

8. Поздняков В.А. Логистический подход к организации перевозок крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом через железнодорожные переезды: дис. кандидат технических наук: 05.22.10.- Эксплуатация автомобильного транспорта. Москва, 1999 – 177 с.

9. Рыкова Л.А. Повышение безопасности перевозок на открытом подвижном составе на основе совершенствования методики расчёта креплений грузов цилиндрической формы: дис. кандидат технических наук: 05.22.08 –

Управление процессами перевозок. Екатеринбург 2008. – 146 с.

10. Транспортно-технологические системы перевозок отдельных видов грузов: учебное пособие / Н.А. Троицкая, М.В. Шилимов. – М.: КОНРУС, 2010. – 232 с.

11. Троицкая Н.А. Логистика в перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов. Монография, Москва, МАДИ, 2013. – 132 с.

12. Троицкая Н.А., Поносов Ю.К. Оценка систем транспортировки крупногабаритных тяжеловесных грузов. – М.: МАДИ, 1968, 65 с.

13. Шилимов М.В. Формирование структуры парка и выбор автомобильных транспортных средств для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов: дис. кандидат технических наук: 05.22.01.- Транспорт, транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте. Москва, 2005. – 145 с.

14. Цейтлин Г.Д. Основы создания автоматических систем управления, обеспечивающих совмещение траекторий передней и задней тележек длиннобазных сочлененных транспортных средств: дис. кандидат технических наук: 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины. Москва, 1982, 278с.

15. <https://nsportal.ru/npo-spo/transportnye-sredstva/library/2016/08/15/-problemy-sovershenstvovaniya-perevozok> О.С. Фадина. Проблемы совершенствования перевозок крупногабаритных тяжеловесных грузов автомобильным транспортом.

16. Liu Zenhua, “Project design of PAN Companys Heavy-Lifting cargo lojistics service”, 2006. World Maritime University Dissertation, 321.

АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ И ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ

Р.М. Бобоев

В данной статье рассматриваются практические достижения и результаты научных исследований в области перевозки крупногабаритных и тяжелых грузов автомобильным транспортом. Был определен уровень рассматриваемого исследования, выявлены неисследованные направления и малоизученные проблемы, связанные с перевозкой крупногабаритных и тяжелых грузов автомобильным транспортом,

предложены дальнейшие задачи исследования в этой области.

Ключевые слова: большие и тяжелые грузы, автотранспортные средства, научные исследования, логистические отношения, габаритные размеры, методика, подвижной состав.

ANALYSIS OF PRACTICAL ACHIEVEMENTS AND SCIENTIFIC RESEARCHES ON THE ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF LARGE AND HEAVY LOADS

R.M. Boboev

This article discusses the practical achievements and results of scientific research in the field of transportation of bulky and heavy

goods by road. The level of the study in question was determined, unexplored directions and poorly studied problems associated with the transportation of bulky and heavy goods by road were identified, further research tasks in this area were proposed.

Keywords: large and heavy loads, vehicles, scientific research, logistic relations, overall dimensions, methodology, rolling stock.

Маълумот дар бораи муаллиф

Бобоев Раҳимҷон Масобирович - муаллими калони кафедраи «Гашкили ҳамлу накл», Донишкадаи кӯҳи-металлургии Тоҷикистон. Тел.+(992) 927-60-36-60, E-mail: rahimjon-60@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А. А., Джамалов, М. Ю. Юнусов, Б. Ж. Мажитов, Х. Б. Хусейнов

Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими

В статье приведены данные исследований по выявлению эксплуатационных факторов, определяющих степень токсичности автотранспорта, и предложены рекомендации по уменьшению воздействий транспортных средств на окружающую среду.

Ключевые слова: автомобиль, экологическая безопасность, токсичность отработавших газов, эксплуатационные факторы, ТО и ТР.

Современная техническая цивилизация оказывает существенное влияние на структуру биосферы. Ныне природная среда, ранее представляющаяся людям неисчерпаемой кладовой, обнаруживает свою ограниченность, что делает необходимой оптимизацию взаимодействия человека и биосферы, природы и общества. Эти проблемы стали предметом специального изучения интенсивно развивающейся в последнее десятилетие науки – экологии. Человечество должно найти универсальные меры, которые позволили бы поставить процесс отношения общества и природы на прочную почву научного управления.

Сегодняшнее достижение науки и современный уровень технического прогресса позволяет создавать машины и конструкции, которые обладают высокой надежностью, но при этом нельзя создать идеальную, абсолютно надежную машину, которая при различных сроках эксплуатации неизменно находилась бы в том же состоянии, что и новая. Ее показатели постепенно изменяются и с увеличением срока эксплуатации –

потребность в профилактических работах возрастает, не выполнение которых приводят к ухудшению производительности, а также экологических и экономических показателей автотранспортных средств (АТС).

Следует отметить, что сегодняшний автомобиль – это необычное средство передвижения, он уже представляет собой сложную систему, совокупность совместно действующих элементов – составных частей, обеспечивающих выполнение ее функций, изготовленную из различных материалов, с высокой точностью обработки поверхностей деталей, которые по-разному взаимодействуют с эксплуатационными факторами. Изменение технического состояния автомобилей, заложенных при конструировании и производстве, происходит под влиянием постоянно действующих причин, обусловленных работой механизмов с влиянием на них различных механических, физических и химических факторов, случайных причин, а также факторов внешней среды, при которых работает или хранится автомобиль, т.е. под влиянием совокупности эксплуатационных факторов.

С другой стороны, эксплуатационные факторы также являются одним из ключевых показателей, определяющих степень токсичности автотранспорта, к которым можно отнести [1]:

- режимы работы двигателя;
- техническое состояние автомобиля;
- факторы окружающей среды;

- качество моторного масла и его расход на угар;

- качество применяемого топлива.

Процесс эксплуатации - это самый длительный и ответственный период в жизненном цикле автомобиля, как и любого объекта. Этот этап отличается реальными нагрузками, действующими на автомобиль, определенными колебаниями температур, давлений, атмосферных осадков и т.д. Эксплуатация автомобилей осуществляется в различных дорожных и климатических условиях, в процессе которого автомобиль взаимодействует с окружающей средой, а её элементы взаимодействуют между собой. Это взаимодействие вызывает трение, нагрев, восприятие нагрузок деталями автомобиля и т.д. В результате этого, как автомобиль, так и её элементы, изменяют свои первоначальные состояния. Это состояние может измениться настолько, что автомобиль не будет способен выполнять заданные функции, в свою очередь, которая приведет к заметному ухудшению экологических параметров автомобиля.

В последнее время благодаря проведению ряда целенаправленных научных исследований в направлении снижения влияния токсичных компонентов ОГ АТС со стороны ведущих научных центров и институтов вырабатываются различные мероприятия организационного характера. Благодаря проведению систематических исследований специалистами установлено, что в выхлопе 20 автомобилей содержится меньше вредных веществ, чем в выхлопе одного автомобиля 80-х годов, и ожидается, что с введением нормы Евро-6 эта ситуация сильно улучшится. Так, за последние годы удалось снизить уровень токсичности выхлопа у современных двигателей с Евро-1 до Евро-5, более чем на 90%. Средний расход топлива снизился за последние 10 лет примерно на 2 литра на 100 км. Выбросы сажи дизельными двигателями снизились с 1985 года более чем на 95% [2].

Известно, что в процессе эксплуатации параметры технического состояния автомобилей (следовательно, и диагностические параметры) изменяются в соответствии с определенными закономерностями. Характер этих закономерностей зависит от эксплуатационных факторов: режимов работы механизмов, климатических условий, дорожных условий, индивидуальных особенностей водителей, принятой системы

технического обслуживания и ремонта, характера процессов изнашивания элементов и т.д. Закономерности изменения параметров технического состояния основных элементов автомобилей, как правило, можно отнести к одному из трех типов (рис. 1).

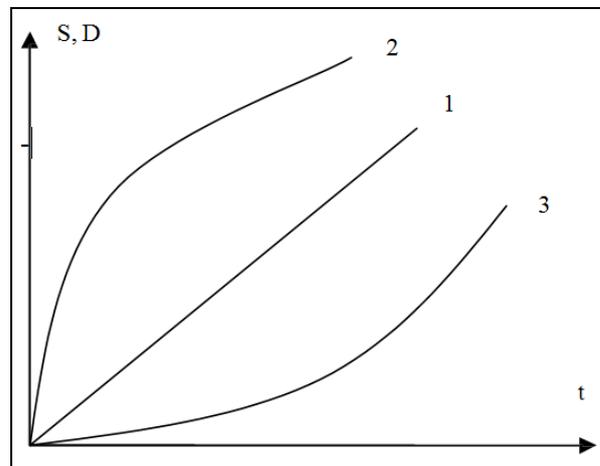


Рис.1 - Основные типы закономерностей изменения параметров технического состояния в процессе работы машины: 1 – линейная; 2 – зависимость с убывающей скоростью изменения параметра; 3 – зависимость с возрастающей скоростью изменения параметра.

В общем виде с достаточной точностью для решения практических задач кривые изменения параметров во времени можно описать выражением

$$Q = V \cdot t^\alpha + Q_0,$$

где Q_0 – начальное значение параметра; V – коэффициент, характеризующий скорость изменения параметра, зависящий от условий эксплуатации и режимов работы элемента; α – показатель степени, зависящий от материала, конструкции и геометрических параметров элемента. При $\alpha = 1$ изменение параметра подчиняется линейной зависимости, при $\alpha > 1$ скорость изменения параметра прогрессивно возрастает, при $\alpha < 1$ – убывает.

Следует отметить, что совершенствование технической эксплуатации автомобилей является одним из важных направлений, обеспечивающих снижение вредных выбросов и повышение экологической безопасности автотранспортного комплекса (АТК). Вклад ТЭА в решении данной задачи оценивается в 20-25% по сравнению с другими факторами и состоит, во-первых, в обеспечении и поддержании технического состояния

автомобилей и их агрегатов, которое в основном определяет величину вредных выбросов; во-вторых, в сокращении загрязнения среды в процессе хранения, заправки, технического обслуживания и ремонта автомобилей; в-третьих, в экономном расходовании ресурсов (топлива, масла, электроэнергии, воды, запасных частей, шин, аккумуляторов, технических жидкостей и др.); в-четвертых, в сокращении, сборе и утилизации промышленных отходов и вторичном их использовании.

Токсичные атмосферные выбросы подвижного состава растут быстрее их физического износа и старения в процессе эксплуатации. Например, для автомобилей только в первые 1-3 года можно поддерживать уровень выбросов, гарантированный предприятием-изготовителем. В процессе эксплуатации текущие неисправности и нарушения регулировок приводят к ухудшению показателей токсичности и топливной экономичности, что в немалой степени определяется от качества работ и уровня ПТБ в АТК (рис. 2).

Состояние и совершенствование ТЭА на уровне автотранспортных предприятий (АТП) является основным средством поддержания исправного технического состояния автомобилей и оказывает непосредственное влияние на экологическую безопасность АТК. Именно в АТП и у других владельцев транспортных средств осуществляется хранение, ТО и ТР автомобилей, обеспечивается восстановление их работоспособности и скапливается основная часть производственных отходов. Организация производства, применяемые технологии, качество ТО и ТР в конечном счете определяют техническое состояние, а значит, и величину выбросов вредных веществ автомобилей в процессе их эксплуатации.

Изменение технического состояния автомобилей, в основном, обуславливается износами деталей, изменениями зазоров в сопряжениях и связанным с этим нарушением заводских регулировок в системах, узлах и агрегатах. Следствием этого является снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и выбросов вредных веществ (табл. 1).

Согласно имеющимся оценкам на 10-15% неисправных автомобилей приходится до 40% всех загрязнений окружающей среды от автомобильного транспорта. Поэтому правильно выбранные и соблюдаемые периодичности и перечни операций

технического обслуживания являются одним из основных механизмов поддержания уровня работоспособности автомобилей, а также нормирования расхода топлива и контроль параметров, влияющих на загрязнение окружающей среды и ресурс автомобилей и агрегатов.

На токсичность автомобилей в процессе эксплуатации главное влияние оказывает техническое состояние двигателя и его систем, на которые приходится около 80-85% всех неисправностей, так или иначе влияющих на токсичность и топливную экономичность (оставшиеся 15-20% неисправностей приходится на трансмиссию и ходовую часть) (см. табл. 1). Это определяется, в первую очередь, ухудшением качества процессов топливоподачи и смесеобразования вследствие износов и нарушения заводских регулировок топливных аппаратов. По данным НАМИ неисправности систем питания снижают эффективность сгорания и увеличивают суммарные выбросы токсичных компонентов ОГ в 2-5 раз, а канцерогенных веществ в 100 раз. Нарушение состава горючей смеси связано с изменением стабильности регулировочных характеристик двигателя и его систем. Выбросы CO_x в ОГ достигают максимального значения при $\alpha = 1,1$.

В карбюраторных автомобилях отклонения в системе питания двигателя повышают токсичность выбросов на 30-40%, в системе зажигания - на 25-30%, в механической части двигателя - на 20-25%, в трансмиссии и ходовой части - на 15%. Наибольшее влияние на превышение выбросов оксида углерода оказывает нарушение регулировок в системе питания: нормы стандарта могут быть превышены на 70% и более. Появление всех этих неисправностей прямо влияет на состав рабочей смеси либо на условия ее сгорания в цилиндрах. В результате концентрация CO , C_xH_y и NO_x , в ОГ изменяется в довольно широких пределах. Одновременно в процессе перевозок возрастает удельный расход топлива, г/100ткм, что, в свою очередь, увеличивает выбросы вредных веществ.

В дизелях практически любая неисправность топливоподающей системы влияет на расход топлива и дымность. Например, увеличение цикловой подачи сверх номинальной на 25% повышает дымность отработавших газов на 40%. В результате естественного износа деталей топливной аппаратуры расход топлива к моменту истощения ресурса возрастает на 8-10%, дымность - на 20-30%.

Таблица 1.

Влияние технического состояния двигателя и автомобиля на расход топлива и токсичность ОГ.

| Изменение параметра | Увеличение относительно нормы, % | | |
|--|----------------------------------|-----------|-----------------|
| | расход топлива | выброс CO | выброс C_xH_y |
| Увеличение пропускной способности главных жиклеров на 10% | 6-7 | 45 | 9 |
| Повышение уровня в поплавковой камере на 4 мм | 2-4 | 36-40 | 2 |
| Неплотность посадки клапана экономайзера | 20 | 100-500 | 20 |
| Преждевременное включение клапана экономайзера | 15-17 | 200 | 25 |
| Засорение воздушного фильтра | 9-10 | 150-200 | 130-190 |
| Неправильная регулировка системы холостого хода | 30-35 | 500 | 100-150 |
| Отклонение зазора в контактах прерывателя на 0,2 мм от нормы | 7-8 | 0 | 200-300 |
| Отклонение зазора в свечах на 0,2 мм от нормы | 3-5 | 0 | 300 |
| Отказ одной свечи зажигания | 20-30 | 0 | 500-900 |
| Отклонение угла опережения зажигания на 1° | 0,3-1,0 | 0 | 10 |
| Отклонение зазоров в клапанном механизме на 0,2 мм от нормы | 7-8 | 7 | 80 |
| Нарушение регулировки ТНВД дизельных двигателей | 5-25 | 5-50 | 5-25 |
| Неисправность форсунок | 10-20 | 25-50 | 50-100 |
| Неправильная затяжка подшипников ступиц колес | 6-7 | 10 | 50 |
| Неправильная затяжка подшипников редуктора заднего моста | 7 | 10 | 50 |
| Снижение давления в шинах на 10-15% от нормы | 8 | 50 | 20 |
| Отклонение схождения колес на 1 мм от нормы | 3-4 | - | - |
| Снижение температуры охлаждающей жидкости в двигателе на 10 °С | 2-3 | - | - |



Рис. 2. - Баланс и источники загрязнения окружающей среды авто-транспортным комплексом большого города.

Увеличение износов и зазоров в сопряжениях нарушает заводские регулировки агрегатов трансмиссии и подвески (коробка передач, редуктор, ступицы колес). Изменяется также взаимное расположение деталей (зазоры в зацеплении шестерен,

схождение и развал колес, углы наклона шкворней). В результате увеличиваются потери мощности в трансмиссии и сопротивление движению автомобиля, а, следовательно, растут, и весьма значительно,

удельный расход топлива и выбросы вредных веществ.

Заметное влияние на токсичность ОГ оказывают режимы работы двигателя в процессе эксплуатации. Причем зависимость токсичности ОГ от этого параметра носит достаточно сложный характер. Работа автомобильного двигателя особенно в городских и горных условиях характеризуется непрерывной сменой скоростных режимов,

каждому из которых соответствует определенное количество выбросов токсичных веществ (табл. 2). Макси-мальный выброс СО наблюдается при работе на холостом ходу. Изучение режимов движения АТС показало, что в условиях больших городов продолжительность работы автомобилей составляет на холостом ходу 17%, на режимах ускорения 42%, постоянной скорости 16% и режимах замедления 25%.

Таблица 2.

Влияние режимов движения автомобилей на концентрацию токсичных веществ в ОГ.

| Токсичные компоненты ОГ, % | Режимы работы | | | |
|----------------------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | холостой ход | постоянная скорость | ускорение, 0→40км/ч | замедление, 40→0 км/ч |
| Оксись углерода | 0,50-8,00 | 0,30-2,50 | 1,9-3,80 | 1,50-4,10 |
| Углеводороды | 0,03-0,12 | 0,02-0,40 | 0,12-0,17 | 0,28-0,45 |
| Окислы азота | 0,005-0,01 | 0,08-0,14 | 0,12-0,19 | 0,02-0,04 |

Таким образом, эксплуатация автомобилей с отклонениями конструктивных регулировочных параметров от нормативных, что достаточно часто имеет место на практике, может увеличить расход топлива на 40-50%, а токсичность ОГ в несколько раз. Поэтому поддержание подвижного состава в исправном состоянии - один из важнейших факторов повышения экономичности и экологичности автомобилей в эксплуатации. И в этом направлении решение данной проблемы напрямую зависит не только от правильной эксплуатации подвижного состава, но также в большей степени зависит от качества проведения профилактических работ.

На основании проведенного анализа для поддержания экологических параметров транспортных средств в эксплуатации на допустимом уровне можно предложить нижеперечисленные рекомендации (мероприятия по уменьшению воздействий транспортных средств на ОС):

- управление возрастной структурой эксплуатируемого парка;
- повышение эффективности использования подвижного состава;
- повышение качества ТО и Р АТС на АТП и сервисных предприятиях с использованием современных технологических оборудований;
- экологическое обучение и повышение квалификации персонала.
- комплектование парка автомобилями с улучшенными экологическими характеристиками;

оснащение серийных автомобилей устройствами, снижающими токсичность отработавших газов;

выбор и применение экологичных топлив, масел и эксплуатационных материалов;

нормирование и учет расхода топлив и смазочных материалов;

применение масел повышенного качества;

применение топлив и масел, соответствующих природно-климатическим условиям;

выбор и использование эксплуатационных материалов с улучшенными экологическими показателями;

совершенствование организации работы по обеспечению экологической безопасности АТК.

Литературы:

1. Юнусов М.Ю. влияние автомобиля на глобальные экологические проблемы / М.Ю.Юнусов // Применение опыта деятельности транспорта Японии для развития и усовершенствования системы транспорта Республики Таджикистан: республ. научно – практич. семинар 17-18 ноября 2005 г. - Душанбе, 2005. – С. 44-51.
2. Электронный ресурс. ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007.
3. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – М.: Автополис-плюс, 2008. – 80 с.

4. Юнусов М.Ю. Улучшение антидетонационных свойств автомобильного топлива в условиях Таджикистана/Ю.М.Юнусов, А.Л. Бердиев, Н.В.Валиев, Ф.С.Бодурбеков //Достижение инновационной технологии композиционных материалов и сплавов для машиностроения: материалы респуб. научно-практ. конф. 3-4 января 2014 г. – Душанбе, 2014. – С. 27-29.

5. Юнусов М.Ю. Нуралиев Б., Бердиев А.Л. Эколого-экономические и социальные проблемы пассажирского транспорта города Душанбе / Вестник ТТУ - 2014, №1(25). - С. 85-88.

**ТАЪСИРИ ОМИЛҲОИ
ИСТИФОДАБАРӢ БА ЗАҲРНОКИИ
ГАЗҲОИ КОРКАРДШУДАИ
ВОСИТАҲОИ НАҚЛИЁТИ
АВТОМОБИЛӢ**

*А.А., Чамалов, М.Ю. Юнусов, Б. Ж.
Мажитов, Ҳ.Б. Ҳусейнов*

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқот оид ба муайян намудани таъсири омилҳои

истифодабарӣ ба дараҷаи заҳрнокии газҳои партовии автомобил оварда шуда, дар самти паст намудани таъсири воситаҳои нақлиёт ба муҳити атроф тавсияҳо пешниҳод гардидаанд.

Калимаҳои калидӣ: автомобил, беҳатарии экологӣ, заҳрнокии газҳои коркардшуда, омилҳои истифодабарӣ, НТ ва ТҶ.

**INFLUENCE OF OPERATIONAL
FACTORS ON THE TOXICITY OF
EXHAUST GASES OF MOTOR
VEHICLES**

*A. A. Dzhamalov, M. Yu. Yunusov,
B. Zh. Mazhitov, Kh. B. Huseynov*

The article presents research data on the identification of operational factors that determine the degree of toxicity of vehicles, and offers recommendations on reducing the environmental impact of vehicles.

Keywords: automobile, environmental safety, exhaust gas toxicity, operational factors, maintenance and TR.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИИ
НОВЫХ ФОРМ И СПОСОБОВ ПЕРЕВОЗОК В ГБАО**

Ф.М. Юнусов¹, П.Д. Ходжаев²

¹Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими

²Таджикский государственный университет коммерции

В нынешних условиях углубления рыночных отношений проблемы прогнозирования параметров, характеризующих организации новых форм и способов перевозок приобретают особую значимость. Следует отметить, что разработки прогнозов социально-экономического развития горного региона охватывает экономическое состояние горного региона, наличие ограниченных ресурсов в условиях высокогорья. Поэтому прогноз параметров, характеризующих организации новых форм и способов перевозок, включает этап стабильного развития транспорта на перспективный период.

Таким образом, результаты прогноза позволяют формировать мероприятия

по повышению качества транспортного обслуживания в ГБАО.

Ключевые слова: прогноз, транспорт, высокогорье, новые формы и способы, перевозок.

В нынешних условиях углубления рыночных отношений проблемы прогнозирования параметров, характеризующих организации новых форм и способов перевозок, приобретают особую значимость. Следует отметить, что разработки прогнозов социально-экономического развития горного региона охватывает экономическое состояние горного региона, наличие ограниченных ресурсов в условиях высокогорья. Поэтому прогноз параметров, характеризующих организации

новых форм и способов перевозок включает этап стабильного развития транспорта на перспективный период.

Важно заметить, что прогноз развития транспортной системы в условиях высокогорья предусматривает разработки показателей, характеризующих уровень его состояния в целом и по новым формам и способам перевозок. Выявление новых форм и способов перевозок способствуют эффективности транспортного обслуживания в условиях высокогорья.

С учетом нестабильного функционирования транспорта в условиях высокогорья, отсутствия нужной статистической информации, низкой информационной доступности о деятельности автотранспортных предприятий в условиях высокогорья трудность разработки прогнозов в условиях высокогорья мы ограничимся прогнозированием показателей функционирования транспортной системы в условиях высокогорья.

Достоверное определение данных показателей способствуют регулировать транспортную деятельность в условиях высокогорья и тем самым повышать уровень благосостояния жителей высокогорья.

Социально-экономические факторы, влияющие на спрос жителей в условиях высокогорья, характеризуют потребности данного региона в транспортных услугах. Эффективное функционирование транспорта данного региона также формирует фактический уровень транспортной обеспеченности жителей высокогорья.

Вместе с тем фактическая потребность жителей высокогорья в транспортных услугах не полностью удовлетворяется. С учетом вышеизложенного необходимо управлять уровнем автотранспортных услуг, так, чтобы они отвечали требованиям данного региона в автотранспортных услугах.

Для решения данной задачи следует:

1. Уточнить показатели, отражающие уровень транспортной обеспеченности, - функционирование транспорта в условиях высокогорья.

2. Выбрать математический аппарат для уточнения параметров, отражающих функционирование транспорта в условиях высокогорья.

Анализ экономической литературы показывает, что для решения данной задачи с учетом цели исследования, особенности математического аппарата и сложности взаимодействия между показателями в условиях высокогорья, для их определения необходимо применять метод матричного исчисления.

«Аппарат матричного исчисления показывает, что на основе матриц коэффициентов пропорциональности выявить связи между параметрами, характеризующими деятельность транспорта в условиях высокогорья. В основе матричного метода лежит предположение о том, что взаимосвязь между показателями выражается зависимостью»⁹:

$$X_i = B_{ij} * X_j \quad (1)$$

где X_i ; X_j – фактические величины показателей функционирования транспорта в условиях высокогорья;

B_{ij} – коэффициент пропорциональности.

«Взаимосвязь между показателями функционирования транспорта и объемом перевозок можно выразить следующей зависимостью»:

$$X_i - \sum_{j=i+1}^{i=n} a_{ij} \cdot x_j = Y \quad (2)$$

где a_{ij} – скорректированный коэффициент пропорциональности между i и j показателями, которые определяются из выражения

$$a_{ij} = \frac{X_i}{x_j(n - i x_i)} = \frac{b_{ij}}{n - m} \quad (3)$$

где n – число показателей, влияющих на объем перевозок;

⁹ Ходжаев П.Д. Инновационное развитие рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта: состояние, проблемы и перспективы: монография/ под общ. ред. д.э.н., профессора Раджабова Р.К. - Душанбе: Ирфон, 2016. -406 с.– 25,4 п.л.

t (или ix_i) – номер показателя (строки, рассматриваемого показателя).

Подробное описание данного метода приведено в работе¹⁰.

Показатели функционирования транспорта в условиях высокогорья нами определены экспертным путем, которые приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

Показатели функционирования грузового транспорта в условиях высокогорья.

| № | Показатели | Ед. изм. | 2018 |
|----|---|---------------|-------|
| 1 | Перевозка грузов автомобильным транспортом в горном регионе | тыс. тонн | 762,2 |
| 2 | Грузооборот автомобильного транспорта в горном регионе | млн. тонна-км | 333,9 |
| 3 | Общее количество автомобильного транспорта в горном регионе | ед. | 12140 |
| 4 | Количество грузовых автомобильных средств в горном регионе | ед. | 1866 |
| 5 | Общее количество автотранспортных предприятий в горном регионе | ед. | 3 |
| 6 | Общее количество грузовые терминалы в горном регионе | ед. | 3 |
| 7 | Количество действующих станций техническое обслуживание и ремонт горного региона | ед. | 3 |
| 8 | Количество лицензий, выданное грузовым терминалам в соответствующие годы в горном регионе | ед. | 1 |
| 9 | Коэффициент технической готовности в горном регионе | - | 0,62 |
| 10 | Количество работников автотранспортных предприятий в регионе | чел. | 515 |

Источник: Регионы Республики Таджикистан. Статистический ежегодник Республики Таджикистан – Душанбе: Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2018. – 324 с.; Отчеты Министерство транспорта Республики Таджикистан, 2018.

Таблица 2.

Показатели функционирования пассажирского транспорта в условиях высокогорья.

| № | Показатели | Ед. изм. | 2018 |
|---|---|--------------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Перевозка пассажиров автомобильным транспортом в горном регионе | млн. пасс. | 8,53 |
| 2 | Пассажиоборот автомобильного транспорта в горном регионе | млн. пасс км | 172,8 |
| 3 | Обеспеченность населения индивидуальными автомобилями (в расчете на 1000 чел. наличного населения) в горном регионе | ед. | 41 |
| 4 | Общее количество автомобильного транспорта в горном регионе | ед. | 12140 |
| 5 | Количество пассажирских автомобильных средств в горном регионе | ед. | 9875 |
| 6 | Общее количество автотранспортных предприятий в горном регионе | ед. | 3 |

¹⁰ Ходжаев П.Д. Инновационное развитие рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта: состояние, проблемы и перспективы: монография/ под общ. ред. д.э.н., профессора Раджабова Р.К. -Душанбе: Ирфон, 2016. -406 с.– 25,4 п.л.

| № | Показатели | Ед. изм. | 2018 |
|----|---|----------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7 | Общее количество пассажирских терминалов в горном регионе | ед. | 10 |
| 8 | Общее количество пассажирских маршрутов в горном регионе | ед. | 62 |
| 9 | Количество городских маршрутов горного региона | ед. | 2 |
| 10 | Количество пригородных маршрутов в горном регионе | ед. | 58 |
| 11 | Количество междугородных маршрутов в горном регионе | ед. | 3 |
| 12 | Количество лицензий, выданное пассажирским терминалам в горном регионе в соответствующие годы | ед. | 1 |
| 13 | Коэффициент использования парка автобусов в горном регионе | - | 0,57 |
| 14 | Среднесуточное время в наряде в горном регионе | час | 8,25 |
| 15 | Платный пробег легковых автомобилей такси в горном регионе | тыс. км | 7,9 |
| 16 | Маршрутный коэффициент в горном регионе | - | 1,63 |
| 17 | Средняя вместимость автобусов в горном регионе | пасс. | 15,3 |
| 18 | Средняя эксплуатационная скорость автобусов в горном регионе | км/час | 6,65 |
| 19 | Коэффициент использования вместимости автобусов в горном регионе | - | 0,94 |

Источник: Регионы Республики Таджикистан. Статистический ежегодник Республики Таджикистан – Душанбе: Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2018. – 324 с.; Отчеты Министерство транспорта Республики Таджикистан, 2018.

В работе нами сделана попытка разработать прогнозы показателей развития грузового и пассажирского транспорта в условиях ГБАО до 2030 года. Нами осуществлен прогноз показателей развития грузовых и пассажирских перевозок в ГБАО. Результаты прогноза представлены в таблицах 3 и 4.

В прогнозируемый период самая высокая интенсивность движения автотранспорта предвидится на основных дорогах международного значения: Душанбе – Куляб – Хорог – Мургаб – пер. Кульма – до границы КНР. Вероятно, это связано с увеличением товарооборота нашей республики с Российской Федерацией, ИГА, КНР, Кыргызской Республикой и транзитными грузами соседних государств, проходящих через территорию Республики Таджикистан.

Развитие и усиление транспортных связей в регионе является одной из

главных целей правительства Республики Таджикистан. В результате проводящихся мероприятий и реформ, направленных на устранение барьеров в торговле и перевозках, а также на развитие инфраструктуры в Таджикистане (к таким мероприятиям относится Проект Реабилитации дороги Душанбе – гр. Кыргызской Республикой), республика получает доступ своего наземного транспорта ко многим странам. Азиатские автодороги будут включать в себя 55 дорог (транспортных маршрутов) по всему Евразийскому континенту. Это поможет организовать и сделать более удобной транспортировку пассажиров и товаров как по континентальным, так и по трансконтинентальным маршрутам.

В результате ожидается ощутимый рост международного и межрегионального движения автотранспорта между соседними странами.

Таблица 3.

Прогнозирование показателей развития грузового транспорта.

| № | Показатели | Ед. изм. | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|-----|---|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1а | Перевозка грузов автомобильным транспортом в горном регионе | тыс. тонн | 762,2 | 859,0 | 968,1 | 1091,1 | 1229,7 | 1385,9 | 1561,9 | 1760,3 | 1983,9 | 2235,9 | 2519,9 | 2839,9 | 3200,6 |
| 2а | Грузооборот автомобильного транспорта в горном регионе | млн. тонна-км | 333,9 | 397,0 | 472,0 | 561,2 | 667,3 | 793,4 | 943,4 | 1121,7 | 1333,7 | 1585,8 | 1885,5 | 2241,9 | 2665,6 |
| 3а | Общее количество автомобильного транспорта в горном регионе | ед. | 12140 | 12735 | 13359 | 14014 | 14701 | 15421 | 16177 | 16970 | 17802 | 18674 | 19589 | 20549 | 21556 |
| 4а | Количество грузовых автомобильных средств в горном регионе | ед. | 1866 | 1832 | 1799 | 1767 | 1735 | 1704 | 1673 | 1643 | 1613 | 1584 | 1556 | 1528 | 1501 |
| 5а | Общее количество автотранспортных предприятий в горном регионе | ед. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6а | Общее количество грузовые терминалы в горном регионе | ед. | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 7а | Количество действующих станций технического обслуживания и ремонт горного региона | ед. | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 8а | Количество лицензий, выданное грузовым терминалам в соответствующие годы в горном регионе | ед. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9а | Коэффициент технической готовности в горном регионе | - | 0,62 | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,67 | 0,68 | 0,69 | 0,7 | 0,71 | 0,72 |
| 10а | Количество работников автотранспортных предприятий в регионе | чел. | 515 | 495 | 476 | 457 | 439 | 422 | 406 | 390 | 375 | 360 | 346 | 333 | 320 |

Источник: Расчеты автора.

Таблица 4.

Прогнозирование показателей развития пассажирского транспорта

| № | Показатели | Ед. изм. | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|----|---|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Перевозка пассажиров автомобильным транспортом в горном регионе | млн. пасс. | 8,53 | 9,57 | 10,74 | 12,05 | 13,52 | 15,17 | 17,02 | 19,1 | 21,4 | 24,1 | 27,0 | 30,3 | 34,0 |
| 2 | Пассажирооборот автомобильного транспорта в горном регионе | млн. пасс-км | 172,8 | 196,8 | 224,2 | 255,4 | 290,9 | 331,3 | 377,4 | 429,9 | 489,7 | 557,7 | 635,2 | 723,5 | 824,1 |
| 3 | Обеспеченность населения индивидуальными автомобилями (в расчете на 1000 чел. наличного населения) в горном регионе | ед. | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 62 | 67 | 73 | 79 | 86 | 93 | 101 | 109 |
| 4 | Общее количество автомобильного транспорта в горном регионе | ед. | 12140 | 12735 | 13359 | 14014 | 14701 | 15421 | 16177 | 16970 | 17802 | 18674 | 19589 | 20549 | 21556 |
| 5 | Количество пассажирских автомобильных средств в горном регионе | ед. | 9875 | 10428 | 11012 | 11629 | 12280 | 12968 | 13695 | 14462 | 15272 | 16127 | 17030 | 17984 | 18991 |
| 6 | Общее количество автотранспортных предприятий в горном регионе | ед. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 7 | Общее количество пассажирских терминалов в горном регионе | ед. | 10 | 12 | 15 | 19 | 23 | 28 | 35 | 43 | 53 | 65 | 80 | 99 | 122 |
| 8 | Общее количество пассажирских маршрутов в горном регионе | ед. | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 |
| 9 | Количество городских маршрутов горного региона | ед. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | Количество пригородных маршрутов в горном регионе | ед. | 58 | 60 | 62 | 65 | 68,0 | 71 | 74 | 77 | 80 | 83 | 87 | 90 | 94 |
| 11 | Количество междугородных маршрутов в горном регионе | ед. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 12 | Количество лицензий, выданное пассажирским терминалам в горном регионе в соответствующие годы | ед. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Коэффициент использования парка | - | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,6 | 0,61 | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,66 | 0,67 | 0,67 |
| 14 | Среднесуточное время в наряде в горном регионе | час | 8,25 | 8,27 | 8,29 | 8,31 | 8,33 | 8,35 | 8,37 | 8,39 | 8,41 | 8,44 | 8,46 | 8,48 | 8,5 |
| 15 | Платный пробег легковых автомобилей такси в горном регионе | тыс. км | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,6 | 7,5 | 7,4 | 7,3 | 7,2 | 7,12 | 7,04 | 6,97 | 6,89 | 6,81 |
| 16 | Маршрутный коэффициент в горном регионе | - | 1,63 | 1,66 | 1,69 | 1,72 | 1,75 | 1,78 | 1,81 | 1,84 | 1,88 | 1,91 | 1,95 | 1,98 | 2,02 |
| 17 | Средняя вместимость автобусов в горном регионе | пасс. | 15,3 | 15,2 | 15,1 | 15,0 | 14,9 | 14,8 | 14,7 | 14,6 | 14,5 | 14,5 | 14,4 | 14,3 | 14,2 |
| 18 | Средняя эксплуатационная скорость автобусов в горном регионе | км/час | 6,65 | 6,7 | 6,75 | 6,8 | 6,85 | 6,9 | 6,96 | 7,02 | 7,08 | 7,13 | 7,19 | 7,25 | 7,3 |
| 19 | Коэффициент использования вместимости автобусов в горном регионе | - | 0,94 | 0,99 | 1,04 | 1,095 | 1,15 | 1,21 | 1,27 | 1,34 | 1,41 | 1,49 | 1,57 | 1,65 | 1,74 |

Источник: Расчеты автора.

Развитие сети международных транспортных коридоров в прогнозируемый период предусматривает повышение конкурентоспособности транспортной системы республики и реализации транзитного потенциала страны за счет увеличения протяженности соответствующих нормативным требованиям автомобильных дорог общего пользования республиканского значения, входящих в систему международных транспортных коридоров.

Это позволит создать новые экономические центры, расширить площадь территорий Республики Таджикистан, вовлеченных в активный экономический оборот, увеличить тем самым объем внутреннего рынка и обеспечить выполнение Межправительственного соглашения по сети азиатских автомобильных дорог.

Азиатская Автомобильная Дорога, проходя через Таджикистан, образует главные международные коридоры. Завершение реабилитации дороги Душанбе – граница Кыргызстана обеспечит более легкий доступ к Кыргызской Республике, Казахстану и России. Это также прямой маршрут между Афганистаном, Таджикистаном и Китаем, который обеспечит доступ к таким портам, как Твадар и Карачи, как альтернатива Бандабасу в Иране

Таким образом, результаты прогноза позволяют формировать мероприятия по повышению качества транспортного обслуживания в ГБАО.

Литература:

1. Отчеты Министерства транспорта Республики Таджикистан, 2018.
2. Регионы Республики Таджикистан. Статистический ежегодник Республики Таджикистан – Душанбе: Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2018. – 324 с.
3. Ходжаев П.Д. Инновационное развитие рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта: состояние, проблемы и перспективы: монография/ под общ. ред. д.э.н., профессора Раджабова Р.К. -Душанбе: Ирфон, 2016. -406 с.– 25,4 п.л.

ПЕШГУЌИИ ПАРАМЕТРҲОИ ТАВСИФДИҲАНДАИ ТАШКИЛИ ШАКЛ ВА ТАРЗҲОИ НАВИ ИНТИҚОЛ ДАР ВМКБ

Ф. М. Юнусов, П. Д. Ходжаев

Дар шароити кунунии амиқшавии муносибатҳои бозорӣ мушкилоти пешгуи параметрҳои тавсифдиҳандаи ташкили шакл ва тарзҳои нави интиқол аҳамияти хос касб мекунад. Қайд кардан зарур аст, ки коркарди пешгуи рушди иҷтимоӣ-иқтисодии минтақаи кӯҳсор ҳолати иқтисодии минтақаи кӯҳсор, мавҷудияти захираҳои маҳдуд дар шароити баландкӯҳро дарбар мегирад. Аз ин рӯ, пешгуи параметрҳои тавсифдиҳандаи ташкили шакл ва тарзҳои нави интиқол давраи рушди босуботи нақлиётро дар давраи дурнамо дар бар мегирад.

Ҳамин тариқ натиҷаҳои пешгуи имкони ташаккули чорабиниҳоро доир ба баландбардоштани сифати хизматрасонии нақлиётӣ дар ВМКБ медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: пешгуи, нақлиёт, баландкӯҳ, шакл ва тарзҳои нави интиқол.

FORECASTING OF PARAMETERS CHARACTERIZING THE ORGANIZATION OF NEW FORMS AND METHODS OF TRANSPORTATION IN GBAO

F.M. Yunusov, P.D. Hojaev

In the current conditions of deepening market relations, the problems of forecasting parameters characterizing the organization of new forms and methods of transportation are of particular importance. It should be noted that the development of forecasts of the socio-economic development of the mountain region covers the economic condition of the mountain region, the availability of limited resources in high altitude conditions. Therefore, the forecast of parameters characterizing the organization of new forms and methods of transportation includes the stage of stable development of transport for the perspective period.

Thus, the forecast results make it possible to formulate measures to improve the quality of transport services in GBAO.

Keywords: forecast, transport, highlands, new forms and methods, transportation.

Сведения об авторах:

Юнусов Фаридун Маъруфович – старший преподаватель кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” ТТУ имени академика М.С. Осими, тел.: 935272141, E-mail: fariduny@mail.ru

Ходжаев Парвиз Давронович – д.э.н., профессор кафедры «Мировая экономика и международные экономические отношения», Таджикский государственный университет коммерции, тел: +(992)93-860-75-03.

E-mail: hojaev123p@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Н.Б. Сахибов

Таджикский технический университет имени академик М.С. Осими

В данной статье проведён обзор видов испытания моторных масел. Показано влияние моторного масла на работоспособность деталей двигателя в процессе эксплуатации и происходящие в них изменения технических характеристик. Также показано влияние видов испытания на определение эксплуатационных свойств моторных масел на надёжность и долговечность двигателей. Определены количественные составляющие эксплуатационных свойств моторных масел.

Ключевые слова: моторные масла, эксплуатация, лабораторные испытания, эксплуатационные испытания, моторные испытания, условие эксплуатации.

Неудовлетворительное качество моторного масла редко вызывает немедленный аварийный выход двигателей из строя [1]. Вредные действия масла обычно накапливаются и проявляются в повышенном износе цилиндров, колец, вкладышей подшипников, при смолении и коксовании поршней, клапанов, усиленном нагарообразовании, что в конечном итоге вызывает ухудшение эксплуатационных показателей двигателя, повышение расходов на техническое обслуживание и необходимость преждевременного ремонта. Большая часть этих неполадок, вызванных низким качеством масел, суммируется с другими эксплуатационными причинами (особо тяжёлыми условиями эксплуатации, неудовлетворительным качеством ухода или ремонтом двигателей не соблю-

дением правил технической эксплуатации, низкой квалификации водителя) и поэтому с трудом выявляются.

Требования к качеству масел особенно возросли за последние годы в связи с форсированием автомобильных двигателей, усложнением их конструкции, повышением класса точности изготовления деталей [1]. Новые двигатели и изменение условий эксплуатации вызывают появление принципиально новых требований к качеству моторных масел. Так, повышение теплонапряжённости двигателя, в связи с ростом литровой мощности, увеличением числа оборотов в минуту и применением наддува вызвало интенсивное высокотемпературное окисление и полимеризацию масел. С другой стороны, увеличение мощности двигателей повысило длительность их работы в городских условиях на режимах неполных нагрузок при пониженном тепловом состоянии, что вызвало образование в масле низкотемпературных шламов.

Общее повышение надёжности и долговечности двигателей потребовало увеличения длительности бесшумной работы масел. К этому следует добавить общее расширение условий эксплуатации в связи с использованием автомобилей в холодных северных и жарких южных районах, а также на автомагистралях с тяжёлогрузными прицепами, самосвалов в карьерах и т.п.

В соответствии с новыми выросшими требованиями к маслам в нефтяной промышленности разработаны новые техно-

логические процессы получения и очистки масел [3]. Разработаны принципиально новые типы масел, содержащих, кроме масляной основы, целую группу облагораживающих присадок, придающих маслам специальные свойства (противоокислительную стабильность, моющие и диспергирующие, противоизносные и противокоррозионные свойства и др.).

По мере усложнения композиции моторных масел эксплуатационники встречаются с большими трудностями в оценке пригодности масел для различных условий эксплуатации, совместимости масел с различными присадками и общей оценке эксплуатационных свойств масел.

К сожалению, эксплуатационные требования к качеству масел не могут быть выражены существующими оценочными показателями их физико-химических свойств, проводимых в технических условиях и стандартах на моторные масла. Почти все эти показатели являются технологическими, служащими для контроля правильности хода технологических процессов при производстве и очистки масел. Для потребителей эти показатели могут служить лишь гарантией идентичности вырабатываемых партий масла при условии неизменности исходного сырья. В связи с этим в стандартах на некоторые особенно ответственные масла, кроме общепринятых показателей качества, обычно указывается, что вырабатываемое масло должно соответствовать образцу, прошедшему испытания.

Эксплуатационные свойства масел, безусловно, определяются совокупностью их физико-химических свойств, однако не могут быть однозначно и достоверно ими оценены, ввиду неизученности и сложности процессов, в которых участвует масло при работе двигателя недостаточной определенности химического состава исходного масла и продуктов его изменения и широкого многообразия эксплуатационных условий [4].

В связи с этим широкое распространение получило расчленение эксплуатационных свойств масел на

отдельные важнейшие функциональные свойства и определение, или исследование их многочисленными лабораторными методами.

Такой процесс, как расчленение сложного явления на более простые, вполне закономерен как для целей исследования, так и для оценки. Однако при этом следует особое внимание уделить соответствию проявления оцениваемого функционального свойства в лабораторных условиях с проявлением его и значением в реальных условиях эксплуатации и, главное, не отождествлять одно функциональное свойство масла со всей совокупностью таких свойств, то есть с эксплуатационными свойствами.

В практике испытаний и оценки моторных масел часто существует ещё более широкое толкование понятия «эксплуатационные свойства масел», под которыми иногда понимают любые лабораторные и физико-химические показатели [2]. В связи с этим следует попытаться внести некоторую определенность в понятие «свойства масла» и методы их определения.

Сложившиеся в практике методы испытания моторных масел могут быть классифицированы по специфике условий испытаний на три группы [1].

Лабораторные испытания проводятся на приборах и моделирующих установках и имеющие целью определение физико-химических свойств масел; к этим свойствам могут быть отнесены и многие функциональные свойства (например, противоокислительная стабильность, моющие свойства, противоизносные, противозадирные, антикоррозионные свойства и т.п.).

Моторные испытания проводятся на одноцилиндровых или многоцилиндровых двигателях, и имеющие целью определение отдельных или нескольких функциональных свойств масел на специально отобранных и строго регламентированных режимах.

Эксплуатационные испытания проводятся на автомобилях в реальных или специально регламентированных

условиях, и имеющие целью получить оценку отдельных функциональных свойств, их совокупность или общую оценку эксплуатационных свойств масел.

Рассмотренная выше классификация методов испытания по условиям их проведения и назначению не исключает принятое в настоящее время поэтапное разделение испытаний новых образцов масел на лабораторные (физико-химические), отборочные (краткосрочные на одноцилиндровых двигателях), стендовые (краткосрочные или длительные на полноразмерных двигателях), полигонные и эксплуатационные (на автомобилях в дорожных или эксплуатационных условиях). Поэтапное испытание имеет целью последовательно отсеять образцы новых масел и присадок по мере перехода к более сложному, длительному и дорогостоящему этапу испытаний.

Вместе с этим многоэтапные испытания ещё раз подтверждают, что, хотя каждый из этапов может характеризовать определённые функциональные свойства масел, в настоящее время только комплекс всех этапов даёт достаточно достоверную оценку эксплуатационных свойств масла. Ввиду разноречивого толкования понятий свойства масла попытаемся их уточнить. Под эксплуатационными свойствами масел следует понимать совокупность тех физико-химических и функциональных свойств, которые определяют влияние масел на основные эксплуатационные показатели автомобиля – надёжность работы двигателя и себестоимость транспортной работы, определяемые непосредственно эксплуатационными испытаниями масел на достаточном количестве автомобилей или расчетом, если известна зависимость этих свойств от функциональных или физико-химических свойств масел.

За количественную оценку эксплуатационных свойств масел можно принять величину надёжности двигателя при заданном пробеге автомобиля или величину пробега до достижения минимального значения надёжности. При

этом под надёжностью в общем виде следует понимать зависимость

$$H = 1 - \frac{T_{пр}}{T} = f(K) \quad (1)$$

H – надёжность, изменяющаяся в пределах от 0 до 1;

T – общее время работы и простоя двигателя в ремонте;

$T_{пр}$ – время простоя двигателя в ремонте или техническом обслуживании;

K – пробег автомобиля, км.

Надёжность хорошо характеризует влияние масла на техническое состояние двигателя, но недостаточно отражает получаемый от применения этого масла экономический эффект.

В связи с этим необходимо ввести показатель экономической эффективности применения масла

$$\mathcal{E} = 1 - \frac{C_m}{C} \quad (2)$$

Где C_m – средняя себестоимость единицы транспортной работы за время эксплуатации автомобилей на данном масле;

C – средняя стоимость на эталонном или товарном масле в одинаковых условиях, или нормативная (расчетная) себестоимость;

\mathcal{E} – экономическая эффективность «положительная» (+) и «отрицательная» (-).

Выводы

Из приведённой классификации следует, что каждое из свойств масел (эксплуатационное, моторное, физико-химическое) выражается совокупностью ряда соответствующих функциональных свойств. Причем определённые функциональные эксплуатационные свойства зависят от определённых функциональных моторных свойств, а последние – от функциональных физико-химических свойств. Следует отметить, что именно эксплуатационные наблюдения вызывают необходимость создания новых или изменения существующих методов испытания масел для двигателей.

Литература:

1. Григорьев М.А., Бунаков Б.М., Долецкий В.А. Качество моторных масел и надёжность двигателей. М. Издательство стандартов, 1981.- 232с.

2. Колосюк Д.С., Кузнецов А.В. Автотракторные топлива и смазочные материалы.- К.Выш.шк. Головное издательство, 1987.- 191 с.

3. Сахибов Н.Б. Рациональное использование отработанных моторных масел. / Юнусов М.Ю., Мавлонов С. Сатторов У./Мат. V-ой межд. научно-практ. конф. «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ». Душанбе, изд. ТТУ, 2011. часть 1- С.256-258

4. Сахибов Н.Б. Пути повышения экологической безопасности транспортных средств / Юнусов М.Ю., Мирзоахмедов Ф.Ш., Нуралиев Б. / Материалы межд. конф. «Проблемы функционирования систем транспорта», 14-16 ноября 2012г. Россия, Тюмень, стр. 265-269

ХУСУСИЯТҲОИ ИСТИФОДАБАРИИ РАВҒАНИ МУҲАРРИҚҲОИ ДАРУНСӮЗ

Н.Б. Сахибов

Дар мақолаи мазкур баррасии озмоиши намудҳои рағғани муҳарриқҳои дарунсӯз оварда шудааст. Таъсири рағғанҳои муҳарриқи дарунсӯз ба коршоямии чузъҳои муҳарриқ дар раванди истифодабарӣ ва руҳ додани

дигаргуниҳои мушаххасоти техникӣ нишон дода шудааст. Ҳамчунин таъсири намуди озмоиш барои аниқ намудани истифодабарии рағғанҳои муҳарриқи дарунсӯз оид ба эътимоднокӣ ва муҳлати истифодабарии муҳарриқ оварда шудааст. Хусусиятҳои микдории истифодабарии рағғанҳои муҳарриқ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: рағғани муҳарриқ, истифодабарӣ, санҷиши озмоишӣ, санҷиши истифодабарӣ, санҷиши муҳарриқӣ, шароити истифодабарӣ.

FEATURES OF OPERATIONAL PROPERTIES OF MOTOR OILS

N.B. Sahibov

This article provides an overview of the types of engine oil tests. The influence of engine oil on the performance of engine parts during operation and the changes in technical characteristics that occur in them are shown. The influence of the types of testing on determining the operational properties of motor oils on the reliability and durability of engines is also shown. The quantitative components of the operational properties of motor oils are determined.

Keywords: motor oils, operation, laboratory testing, performance testing, motor testing, operating condition.

Сведения об авторе:

Сахибов Нурулло Бобоевич – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Техническая эксплуатация воздушного и железнодорожного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ, УЛИЦ И ПРОСПЕКТОВ ГОРОДА ДУШАНБЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ДВИЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Р.С. Саломзода, Т.У. Самадов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Социальное и экономическое устойчивое развитие города Душанбе предъявило новые требования к деятельности всех секторов, включая дорожный сектор. В обозримом будущем количество автомобилей и увеличение грузовых и пассажирских перевозок на улицах города

Душанбе увеличит интенсивность движения транспортных средств, образование заторов транспортных средств снижает скорость передвижения по улицам и дорогам, что требует дополнительных затрат. В целях улучшения состояния городских улиц и дорог, сок-

ращения пробок транспортных средств требуется строительство кольцевых дорог вокруг столицы, строительство различных видов перекрестков, строительство и реконструкция мостов, городских дорог, проспектов и улиц.

Ключевые слова: пропускная способность; транспортный поток; транспортные пробки; кольцевые дороги; ремонт и реконструкция дорог; дорожная инфраструктура.

Дорожная сеть является важной частью экономики города. Эффективная деятельность и ее устойчивое развитие являются основными предпосылками экономического роста, обеспечения национального единства и безопасности, повышения уровня и условия жизни населения.

Основная проблема, с которой сегодня сталкивается автомобильный транспорт в Душанбе, это пробки, возникающие по нескольким причинам. Одной из основных причин заторов на дорогах является увеличение количества транспортных средств, что сопровождается увеличением движения на улицах и проспектах городской транспортной сети. Это связано с тем, что городская инфраструктура не может развиваться такими же темпами, как увеличивается количество автомобилей.

Строительство дорог высокого качества с удобными развязками и легко проходимыми перекрестками является приоритетной задачей в современных условиях. Для решения этих проблем необходимо построить запасные дороги, альтернативы, мосты, туннели, подземные переходы, поместья и кольцевые дороги вокруг города.

С другой стороны, смотря в будущее, строительство в городе не является вечным, и дорог может не хватить. Кроме того, строительство новых дорог является дорогостоящим и трудоемким. В то же время организационный план решения транспортных проблем основан на использовании современных методов управления движением, включая определение светофоров в условиях пробок на

основе изучения интенсивности движения на конкретном объекте.

Устойчивое социально-экономическое развитие в Душанбе создало новые требования для работы всех секторов, включая дорожное строительство. Однако фактическое состояние некоторых улиц и дорог все еще не соответствует требованиям.

В будущем увеличение количества транспортных средств, особенно транзитных грузовиков, и отсутствие городских дорог общего пользования приведет к тому, что транзитные грузовые транспортные средства будут в конечном итоге пересекать дороги и улицы города. Следовательно, существует острая необходимость в строительстве кольцевых (внешних) дорог.

Более того, все улицы и дороги города Душанбе до приобретения независимости строились из расчета 6-10 тонн нагрузки на ось, что данный показатель ниже международных норм и стандартов. Поэтому для его соответствия нынешним требованиям готовящиеся проекты должны рассчитать, исходя из 11,5 тонн нагрузки на ось, в зависимости от характера проспектов, улиц и дорог, что потребует реконструкции и засыпания дополнительных слоев дороги, а также для ее реализации потребуются дополнительные средства.

Эти вопросы находятся в центре основных планов исполнительной власти правительства города Душанбе, и в целях периодического решения существующих проблем была принята «Программа развития дорог города Душанбе на 2016-2020 годы», которая утверждена Решением Председателя города Душанбе, №145-3, от 05 мая 2016 г.

Целями и задачами Программы является разработка комплекса мер по развитию дорожного сектора, строительству улиц и дорог в городе Душанбе, удовлетворению экономических и бытовых потребностей, обеспечению безопасности транспортных средств и улучшению экологической ситуации.

Следует отметить, что строительство и реконструкция проспектов и дорог города

Душанбе способствуют развитию социально-экономического сектора и направлены на повышение уровня услуг автомобильного транспорта.

Согласно анализу и данным, представленным Дорожным эксплуатационным управлением города Душанбе (ДЭУ) на 1 января 2018 года, общая площадь площадей, улиц, дорог и тротуаров

составляет 1086,69 км, площадью 20,944 млн. м², из которых проспекты, улицы и дороги 733,5 км общей площадью 18,28 млн.м² и 353,21 км общей площадью 2,67 млн.м² составляют тротуары.

Все дороги находятся на балансе ДЭУ, с разбивкой по районам, в том числе (таблица 1):

Таблица 1.

Информация о дорогах города Душанбе по состоянию на 1 января 2018 год.

| № п/п | Наименование показателей | Единица измерения | Всего в городе | в том числе | | | |
|-------|--|--------------------|----------------|----------------|------------|-----------------|----------------|
| | | | | район И.Сомони | район Сино | район Шохмансур | район Фирдавси |
| 1. | Протяженность дорог | км | 733,48 | 195,8 | 202,14 | 190,6 | 144,93 |
| 2. | Площадь дорог | млн м ² | 18,276 | 4,9 | 6,67 | 3,76 | 2,945 |
| 3. | Протяженность тротуаров (пешеходных дорожек) | км | 353,21 | 88,92 | 131,4 | 67,01 | 65,82 |
| 4. | Площадь тротуаров (пешеходных дорожек) | млн м ² | 2,668 | 0,70 | 0,98 | 0,52 | 0,463 |
| | Общая протяженность дорог и пешеходных дорожек (тротуаров) | км | 1086,69 | 284,72 | 333,54 | 257,61 | 210,75 |
| | Общая площадь дорог и пешеходных дорожек (тротуаров) | млн м ² | 20,944 | 5,6 | 7,65 | 4,28 | 3,408 |

Количество проспектов, улиц и дорог в столице составляет 562 единицы, в том числе: городские дороги 76 единиц, районные дороги 78, местные дороги 170, тротуары 205 и дороги городов и районов 33 единицы, мосты 46. Это 18 небольших мостов, средних мостов 21, большие мосты 6 единиц, длиной 2079 м и общей площадью 39 657 м², а также 14 единиц подземных переходов.

Следует отметить, что город Душанбе является частью V климатического диапазона и согласно строительным нормам (СНиП, ВС 41-88), продолжительность капитального ремонта дорог и пешеходов в этом регионе составляет один раз каждые 12 лет

С момента обретения независимости в стране сделано много для соответствия нормативным требованиям и современным требованиям, а также для удовлетворения международных требований, в том числе:

- капитальная реконструкция и ремонт пешеходов - 123,2 км;

- реконструкция и капитальная реконструкция проспектов, улиц и дорог - 184,56 км;

В течение периода 2013-2016 гг.:

- строительство и реконструкция инженерных сетей;

строительство и реабилитация:

- светофоры на 68 участках;

- 4154 знаков безопасности;

- 44,5 км линий электропередач с 1127 железнодорожными опорами;

- 138,8 км наружного освещения с 2432 столпами из железа и 5782 лампами;

- 33,4 км систем водоснабжения и канализации;

- 36,75 км труб горячего водоснабжения;

- 111,52 км высоковольтных линий электропередач;

- 161,52 км линий связи;

- 21,15 км газопроводов.

В то же время за этот период было построено введено в эксплуатацию 3 моста длиной 75,0 м, селевой сброс для селевых потоков на расстоянии 4,6 км, на сумму 14,5 млн. сомони, 3,8 км водоотведения в объеме 9,7 млн. сомони, а также была выполнена реконструкция 4,2 км канала на сумму 9,1 млн. сомони.

Помимо бюджетного финансирования, ремонт и реконструкция городских улиц и проспектов будет осуществляться за счет благотворительности, в том числе в

2012-2016 годах со стороны 28 хозяйствующих субъектов и дорожно-строительных организаций была оказана благотворительность по текущему и капитальному ремонту основных и второстепенных дорог столицы, на площади 171184 м², в размере 25,4 млн. сомони.

Анализ показал, что были реконструированы следующие улицы и проспекты города Душанбе и построены объекты (таблица 2):

Таблица 2.

Реабилитация улиц и проспектов города Душанбе

| № п/п | Объект | Время начало и окончания | Протяженность автомобильных дорог, км | Площадь дорожных одежд, м ² | Протяженность пешеходных дорог, км | Площадь пешеходных дорожных одежд, м ² |
|-------|---|--|---------------------------------------|--|------------------------------------|---|
| 1. | Реконструкция проспекта Дж. Расулова (от проспекта Б. Гафурова до ул. Р.Набиева) | от 04 марта 2015 года до 30 мая 2017 года | 3,47 | 207452 | 18,53 | 38291 |
| 2. | Реконструкция проспекта Борбада (от ул. Шестопалова до ул. Пахтакор) | от 04 марта 2015 года до 30 мая 2017 года | 5,3 | 134424 | 9,45 | 37808 |
| 4. | Реконструкция проспекта С. Шерози (от кольцевого ул. Н. Карабаева до проспекта Дж. Расулова) | от 09 июня 2016 года до 30 июня 2018 года | 1,73 | 69379 | 4,07 | 20707 |
| 5. | Реконструкция улицы А. Дехлави то разреза ул. А. Адхамов) | от 09 августа 2016 года до 25 декабря 2017 года | 0,74 | 11891 | 1,36 | 4743 |
| 6. | Реконструкция первого проезда ул. М. Турсунзода (от площади 800-летия Москвы до ул. Пулоди) и ул. Пулоди (от ул. М. Турсунзода до ул. Бухоро) | от 09 августа 2016 года до 25 декабря 2017 года | 0,77 | 10834 | 1,34 | 3068 |
| 7. | Реконструкция автомобильной дороги окрестности Каротегин (от ул. Айни до последней остановки автобуса №37) | от 27 октября 2016 года до 30 мая 2018 года | 2,39 | 29979 | 4,18 | 14259 |
| 8. | Реконструкция автомобильной дороги ул. С. Носиров (от пересечения проспекта Рудаки до проспекта Х. Шерози) | от 27 октября 2016 года до 25 декабря 2017 года | 0,83 | 20650 | 1,57 | 6867 |
| 9. | Реконструкция ул. М.Махмадали (от ул. Карин Манн до ул. Каххорова) | срок окончания выполнения работ установлено 30 декабря 2017 года | 1,87 | 29474 | 3,74 | 5337 |

Реконструкция улиц и проспектов города Душанбе, строительство новых объектов, таких как мосты и туннели, подземные переходы и т.д., в целом увеличивают пропускную способность

автомобильных дорог и уменьшают пробки на дорогах.

Пропускная способность дороги зависит от ряда факторов: дорожных условий (ширина полосы движения, длина склона,

радиус поворота, отклонения по дальности обзора и т.д.), состава транспортного средства, погодных условий, маневренности автомобиля с шириной проездов, психофизиологическими характеристиками водителей и составом транспортных средств. Изменения этих факторов приведут к значительным изменениям пропускной способности дня, ночи и сезона. Частые препятствия на дороге могут привести к значительному изменению скорости, появлению множества групп движущихся автомобилей, а также привести к снижению средней скорости всего транспортного потока.

Литература:

1. Балзанай С.В. Анализ методов оценки состояния автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-4. – С. 784-787;
2. Программа развития дорог города Душанбе на 2016 – 2020 гг.
3. Ведомственные строительные нормы региональные и отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий (ВСН 41-88)
4. Решение Председателя города Душанбе, №145-3 от «05» мая 2016 г.
5. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36189> (Дата обращения: 04.03.2019).

ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ НИҶОҲДОРИИ РОҲҶО ВА КҶАҶАЮ ХИЁБОНҶОИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ ВА ТАЪСИРИ ОН БА ҲАРАКАТИ ВОСИТАҶОИ НАҚЛИЁТ

Р.С. Саломзода, Т.У. Самадов

Рушди босуботи иҷтимоиву иқтисодии шаҳри Душанбе талаботи навро нисбат ба фаъолияти тамоми соҳаҳо, аз он ҷумла соҳаи роҳсозӣ пеш овардааст. Дар дурнамои оянда афзудани шумораи нақлиёти автомобилӣ ва болоравии гардиши бор ва мусофирон дар кӯчаю роҳҳои шаҳри Душанбе тавассути нақлиёти автомобилӣ ба афзудани шиддатнокӣ ва тамбашавии воситаҳои нақлиёт, паст гардидани суръати ҳаракат дар кӯчаю роҳҳо гардида, хароҷоти иловагиро талаб менамояд.

Ҷиҳати бехтар намудани ҳолати кӯчаю роҳҳои шаҳр, паст намудани ҳолатҳои тамбашавии ҳаракати воситаҳои нақлиёти автомобилӣ, сохтмони роҳҳои ҳалқавии атрофи пойтахт, сохтмони чорсӯҳои нақлиёти сатҳашон гуногун, сохтмону азнавсозии кӯпрӯкҳо, хиёбон, кӯчаю роҳҳои шаҳро талаб менамояд.

Калимаҳои калидӣ: қобилияти гузарониш, анбуҳи автомобилҳо, тамбашавии нақлиёт, роҳҳои ҳалқавӣ, таъмиру азнавсозии роҳҳо, инфрасохтори роҳ.

ANALYSIS OF THE CONDITION OF THE CONTENT OF ROADS, STREETS AND AVENUE OF DUSHANBE CITY AND ITS IMPACT ON VEHICLE TRAFFIC

R.S. Salomzoda, T.U. Samadov

The social and economic sustainable development of the city of Dushanbe has made new demands on the activities of all sectors, including the road sector. In future, the quantity of vehicles and the increase in freight and passenger traffic on the streets of Dushanbe will increase the intensity of vehicle traffic, and the formation of traffic jams reduces the speed of movement on streets and roads, which requires additional costs. In order to improve the condition of city streets and roads, reduce traffic jams, construction of ring roads around the capital, construction of various types of crossroads, construction and reconstruction of bridges, city roads, avenues and streets is required.

Keywords: bandwidth; traffic flow; traffic jams; ring roads; repair and reconstruction of roads; road infrastructure.

Сведения об авторах:

Саломзода Раҳмиддин Салом – к.т.н. доцент, зав. кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте» ТТУ имени академика М.С. Осими, тел. 938800898, E-mail: romish1975@inbox.ru

Самадов Толибҷон Умаралиевич – аспирант кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ТТУ имени академика М.С. Осими, тел. 933176161, E-mail: tolibjon.samadov@bk.ru

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ФОРМ И СПОСОБОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК В ГБАО РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Ф. М. Юнусов¹, П. Д. Ходжаев² А. А. Раджабов³

^{1,3}Таджикский технический университет имени академик М.С. Осими

²Таджикский государственный университет коммерции

Новыми формами и способами организации перевозок в Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) считается осуществление перевозок в контейнерах, поддонах и в пакетах, а также при осуществлении перевозок в условиях высокогорья целесообразно выполнять грузовые перевозки по системе тяговых плеч.

В условиях высокогорья в общественном транспорте большая экономичность – это снижение мобильности, т.е. до остановок приходится добираться. Рассмотрены основы диспетчерского управления движением автобусов во внегородском сообщении применительно к отдельным видам пассажирских сообщений.

Диспетчерское управление движением автобусов в сельской местности осуществляет оперативную координацию в работе с диспетчерской системой пригородных и междугородных автобусных сообщений.

Ключевые слова: формы, способы, организация перевозок, груз, пассажир, высокогорье, ГБАО.

Осуществляемые реформы в Республике Таджикистан касались и коренных преобразований в области транспортного сектора, который предусматривает дальнейшее эффективное функционирование основных отраслей национальной экономики. Современная законодательная база транспорта страны не соответствует требованиям рыночных отношений и необходимо ее совершенствовать.

В этих условиях формирование приоритетных направлений развития регионального транспортного процесса необходимо осуществить с учетом анализа современного состояния и особенностей исследуемого региона.

Государственное регулирование транспортной деятельности в условиях высокогорья непосредственно опирается на Закон Республики Таджикистан о горных регионах Республики Таджикистан и другие нормативно-правовые акты Республики Таджикистан.

Государственное регулирование развитие новых форм и способов организации перевозок в условиях высокогорья включает:

-обеспечение конкурентоспособности транспортных услуг;

-развитие промышленной отрасли;

-повышение качества жизни населения;

-развитие транспортной и прочих инфраструктур для организации сферы туризма;

-развитие передовых форм организации перевозок такие, как контейнерные перевозки, пакетные перевозки и организация перевозок по методу тяговых плеч.

«Финансирование мероприятий по развитию горных регионов осуществляется за счет средств государственного бюджета, средств физических и юридических лиц, а также других источников, не запрещённых законодательством Республики Таджикистан»¹¹.

Важно отметить, что новыми формами и способами организации перевозок в ГБАО считается осуществление перевозок в контейнерах, поддонах и в пакетах.

Контейнер – это тара с объемом не менее 1 м³, которая необходима для постоянного использования и приспособленная для хранения груза. Контейнеры классифицируются по ряду признаков.

В зависимости от способа перевозок контейнеры бывают транзитные и местные.

По назначению контейнеры бывают универсальные, предназначенные для перевозки грузов. Параметры универсальных контейнеров определяются ГОСТом. По материалу изготовления контейнеры могут быть деревянные, металлические и деревянно-металлические. В последнее время изготавливаются контейнеры из пластмассы и различных эластичных материалов – резины, каучука, полиэтилена, нейлоновой ткани, стеклопластика и т.д. По конструкции контейнеры подразделяются на сборно-разборные и неразборные.

«По грузоподъемности (номинальной массе брутто) контейнеры бывают крупнотоннажные (10 – 30 т) и среднетоннажные (2,5 – 5 т), используемые при перевозках в смешанном сообщении, а также малотоннажные

¹¹Закон Республики Таджикистан о горных регионах Республики Таджикистан. Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан, 2013 год, №7, ст. 532.

(0,625 и 1,25 т), используемые при автомобильных перевозках»¹².

В смешанном сообщении в универсальных контейнерах можно перевозить разнообразные грузы, за исключением тех, которые по утвержденным правилам не принимаются к перевозкам (взрывчатые, ядовитые, грузы большой массы, легковоспламеняющиеся и др.).

Перевозочный процесс в универсальных контейнерах осуществляется по следующим маршрутам:

- маятниковый маршрут с учетом разгрузки контейнера в пункте назначения;
- маятниковый маршрут с учетом обмена контейнера в пункте назначения;
- маятниковый маршрут с учетом обмена контейнера на другой грузовой контейнер;
- треугольный кольцевой маршрут с двукратным обменом контейнеров.

В целях дальнейшего совершенствования перевозок в условиях высокогорья, повышения уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ, улучшения обслуживания заказчиков транспорта перевозками и другими услугами автотранспортные предприятия и организации могут иметь собственный парк универсальных контейнеров.

Развитие контейнерных перевозок сдерживается нехваткой парка контейнеров, особенно крупнотоннажных, и соответствующих средств механизации.

Наряду с использованием крупнотоннажных контейнеров будет уделено также большое внимание перевозке грузов в средне- и малотоннажных контейнерах.

Для выявления и своевременного устранения различных неисправностей контейнеры должны периодически подвергаться техническому осмотру. Техническое обслуживание и ремонт контейнеров выполняется силами и средствами предприятий и организаций автомобильного транспорта.

Для поддержания контейнеров в технически исправном состоянии осуществляются текущий, годовой и капитальный ремонты. Текущий выполняют по месту обнаружения неисправности независимо от принадлежности и приписки контейнера, а капитальный – на специализированных предприятиях.

При годовом ремонте устраняют все неисправности и производят очередную окраску с нанесением всех трафаретных надписей.

Контейнеры, принадлежащие автотранспортным организациям, широко используются при междугородных перевозках и перевозках в смешанном сообщении.

При прямых автомобильных перевозках груза количество используемых местных контейнеров зависит от количества автомобилей, осуществляющих перевозки груза в контейнерах, и количества погрузочно-разгрузочных механизмов.

Важно отметить, что другим эффективным способом организации перевозок в ГБАО считается пакетный способ перевозок грузов.

Сущность пакетного способа перевозки грузов состоит в том, что определенные виды груза формируются в крупную партию – пакет. Все погрузочно-разгрузочные операции осуществляются механизированным способом. Пакеты формируют на поддонах.

Различают плоские, стоечные и ящечные поддоны.

Кроме того, пакетные перевозки грузов могут осуществляться и без поддонов.

Важно отметить, что при осуществлении перевозок в условиях высокогорья целесообразно осуществить грузовые перевозки по системе тяговых плеч.

Важно отметить, что грузовые перевозки по системе тяговых плеч целесообразно организовать при больших грузопотоках на международных маршрутах.

Вместе с тем следует отметить, что при выборе АТП, осуществляющих данные перевозки, необходимо учесть наличие пунктов отцепки и перецепки на этих маршрутах.

Автомобили-тягачи предоставляют все автотранспортные предприятия – участники перевозки, а полуприцепы – автотранспортные предприятия, которые находятся в пункте назначения.

Отцепка и перецепка автотранспортных средств производится на территории грузовых АТП общего пользования как участвующих, так и не участвующих в междугородных перевозках.

Перевозки по системе тяговых плеч осуществляются в автопоездах и бортовых полуприцепах с пломбой отправителя.

Основными показателями функционирования транспорта по системе тяговых плеч являются объем перевозок грузов и грузооборот.

Автотранспортные предприятия, предоставляющие автомобили-тягачи для транспортирования на промежуточных участках (плечах) и маневровой работы в пункте

¹²Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. М., Транспорт, 1980. 271 с.

назначения, учитывают перевезенные тонны как «транзитные», в отчет о выполнении плана их не включают, а учитывают только для определения отчетного среднего расстояния перевозки.

В связи с тем, что перевозки выполняют по часовым графикам, водитель должен следить за строгим их соблюдением. В случае остановки автопоезда в пути по техническим или иным причинам он обязан сразу же сообщить на пункт перецепки (по телефону, с попутным автомобилем) о причинах и предполагаемой продолжительности простоя.

Специфика транспортного обслуживания в условиях высокогорья требует конкретного решения двойной задачи:

-постоянное повышение качества оказания автотранспортных услуг жителям высокогорья;

-развитие транспортного обслуживания в труднодоступных горных местностях.

Повышение уровня безопасности дорожного движения, совершенствование технического состояния парка подвижного состава автомобильного транспорта, использование новых форм и способов организации перевозок в условиях высокогорья являются важными мероприятиями для повышения конкурентоспособности транспорта ГБАО.

В условиях высокогорья в общественном транспорте большая экономичность – это снижение мобильности, т.е. до остановок приходится добираться. В отличие от диспетчерского управления движением автобусов в городах система диспетчерского управления движением автобусов в пригородном, сельском, междугородном и международном сообщениях имеет свои характерные особенности, связанные со спецификой и условиями обслуживания пассажиров, протяженностью маршрута, продолжительностью рейса, расстояниями между остановочными пунктами и интервалами движения.

Введение системы диспетчерского управления движением автобусов во внегородском сообщении связано с наличием комплексных технических средств диспетчерской связи и информации, отвечающих требованиям типового технологического процесса централизованного контроля и регулирования. Одновременно должны быть решены вопросы рациональной организационной структуры диспетчерского управления.

Рассмотрим основы диспетчерского управления движением автобусов во

внегородском сообщении применительно к отдельным видам пассажирских сообщений.

Диспетчеризация в пригородном сообщении до настоящего времени не получила необходимого развития из-за отсутствия системы технических средств связи. Регулирование движением все еще осуществляется децентрализованно линейными диспетчерами на автостанциях, как правило, с одной стороны маршрута. Автостанции пригородных сообщений совмещаются как с городскими, так и с междугородными автобусными маршрутами. В ряде областных центров все более широко выделяются самостоятельные автостанции пригородных автобусных сообщений.

Децентрализованная система контроля и регулирования движением пригородных автобусов не обеспечивает необходимой регулярности движения, снижает уровень и качество обслуживания пассажиров, а также эффективность использования подвижного состава. Особые затруднения в системе регулирования движением автобусов возникают в условиях массовых перевозок пассажиров в пригородные зоны в выходные и праздничные дни.

Все более широкое использование передвижных диспетчерских пунктов на легковых автомобилях (автобусах особо малой вместимости), оснащенных радиотелефонной связью с центральной пригородной автостанцией (пассажирским автотранспортным предприятием), позволяет улучшить систему информации по обслуживанию пассажиров (использование автобусов) и обеспечить принятие необходимых оперативных мер по улучшению диспетчерского регулирования движения.

Введение диспетчерской системы управления движением автобусов в пригородном сообщении связано с организацией централизованной системы эксплуатации внегородского пассажирского автомобильного транспорта на территории района и области.

Диспетчеризация в пригородном автобусном сообщении связана с возможностями развития системы радиотелефонной связи и ее оснащения на подвижном составе (в первую очередь, автобусов бригаиров\пригородных маршрутов), на автостанциях пригородных сообщений, автотранспортных предприятиях и передвижных линейных диспетчерских пунктах.

Диспетчеризация в сельском сообщении подобно пригородным маршрутам требует

оснащения передвижных и стационарных объектов средствами радиосвязи. В настоящее время регулирование движения автобусами в сельском сообщении осуществляется децентрализованно.

Централизованное управление движением в сельском автобусном сообщении, осуществляемое в масштабе района и области, направлено на повышение качества транспортного обслуживания сельского населения, обеспечивая надежность перевозок и эффективное использование вместимости автобусов.

На сельских маршрутах большой протяженности (более 50 км) вводится система оперативной передачи информации о наличии свободных мест в автобусах. Особую роль приобретает диспетчеризация при массовых перевозках сельских жителей на рынок в выходные и предпраздничные дни. Наличие диспетчерской системы обеспечивает возможность одновременной продажи билетов на сельские маршруты в прямом и обратном направлениях, что представляет повышенные удобства для пассажиров.

Диспетчерское управление движением автобусов в сельской местности осуществляет оперативную координацию в работе с диспетчерской системой пригородных и междугородных автобусных сообщений.

В межобластном и междугородном автобусном сообщении применяется участковая система контроля и регулирования движением. Диспетчерским участком является часть межобластного маршрута, проходящая по территории области.

Контроль за регулярностью движения автобусов в междугородном сообщении в отличие от городских маршрутов осуществляется по каждому остановочному пункту маршрута.

Диспетчерская система в междугородном автобусном сообщении должна обеспечивать: систематический контроль за точным соблюдением водителями расписания движения на всем протяжении маршрута (точное прибытие и отправление автобусов по каждому остановочному пункту); регулирование движения автобусов при их отклонениях от расписания; усиление движения на маршрутах при повышенном спросе на перевозки; обеспечение регулярной оперативной информации о текущей и предварительной продаже билетов на каждом маршруте.

Система диспетчерского управления в междугородном автобусном сообщении вводится при наличии и развитии комплексных технических средств диспетчерской связи, включающих: радиорелейные средства связи; междугородную телефонную связь по расписанию; оперативную связь по абонентскому телеграфу (телетайп); собственные каналы прямой телефонной связи в междугородном сообщении; радиотелефонную диспетчерскую связь и др.

Повышению регулярности движения автобусов в междугородном сообщении способствует установка штамп – часов на автовокзалах и пассажирских автостанциях. Рейс считается регулярным, если автобус отклоняется от расписания с допуском не более плюс (минус) 5 мин.

Диспетчерское управление осуществляется при введении системы оперативной информации: о времени фактического отправления автобусов в рейс; о времени фактического проследования автобусов всех промежуточных остановочных пунктов маршрута; о времени фактического прибытия автобусов на конечный пункт маршрута; о всех нарушениях и отклонениях от расписания; о наличии свободных мест в автобусах по каждому рейсу; о предварительной продаже билетов на автобусы междугородных маршрутов; о продаже билетов в оба направления; об освобождающихся местах в пути следования; о состоянии дороги, погодных условиях и дорожно-транспортных происшествиях.

Оперативную информацию диспетчеры передают последовательно по всем автовокзалам и автостанциям в прямом и обратном направления не позднее чем через 5-15 мин. после отправления каждого автобуса в рейс и заносят в суточную диспетчерскую ведомость. Диспетчеры в своей работе строго руководствуются действующими расписаниями движения на междугородных автобусных маршрутах.

Диспетчеризация в международном автобусном сообщении находится на стадии разработки и обоснования. Ее особенностью является наличие диспетчерских станций в пограничных зонах, оснащенных системой международной диспетчерской связи.

Диспетчерское регулирование движением осуществляется при наличии оперативной информации об отклонениях движения автобусов от действующих международных расписаний по каждому маршруту.

Важно отметить, что учитывая особенности высокогорья, в последнее время получили распространения регулярные автобусные перевозки, которые подразделяются на внутрисельские и внутрирайонные (межрайонные) сообщения.

Во внутрисельские автобусные сообщения входят маршруты, расположенные на территории отдельных населенных пунктов, населенные пункты между собой; населенные пункты с районным центром, являющимся селом; населенные пункты со школами (доставка учащихся).

Разовое и почасовое использование автобусов в сельской местности для перевозки пассажиров также включается в объем сельских автобусных перевозок.

По действующей статистической отчетности объем сельских автобусных перевозок выделяется из общего объема перевозок, осуществляемых на пригородных маршрутах и, соответственно, из общего объема перевозок междугородных маршрутов.

Одновременно в статистической отчетности определяется количество сельских населенных пунктов, обслуживаемых автобусным сообщением. Если сельский населенный пункт находится на расстоянии менее 3 км от автобусной остановки, его относят к числу обслуживаемых автобусным сообщением. Движение автобусов на маршрутах в сельской местности может осуществляться как в течение всей недели, так и по отдельным дням.

В целях сокращения холостых пробегов, раннего открытия движения автобусов в сельской местности и своевременной доставки пассажиров в районные центры на территории больших сел могут быть организованы филиалы ближайших автобусных предприятий (пункты ночного отстоя автобусов). В тех районных центрах, где отсутствуют пассажирские предприятия, организуются филиалы АТП.

Важнейшей стороной бурного развития внегородских перевозок является необходимость обеспечения высокого уровня культуры обслуживания пассажиров в пути и на остановках. Качество обслуживания пассажиров в пути определяется формой организации перевозок, скоростью доставки и культурой обслуживания.

При высоких темпах развития междугородных и пригородных перевозок, систематическом развитии сети линейных сооружений особое значение приобретают вопросы управления этими перевозками.

Работники производственных объединений автовокзалов и пассажирских автостанций освобождены от организации технического содержания и хранения подвижного состава, приобретения запасных частей, строительства и ремонта производственной базы, подготовки и закрепления водительских кадров и др. Работники этих объединений призваны решать одну задачу – обеспечение обслуживания пассажиров междугородных сообщений на высоком культурном уровне.

Производственное объединение автовокзалов и пассажирских автостанций представляет собой единый производственно-хозяйственный комплекс, в состав которого входят автовокзалы и пассажирские автостанции. Оно выступает как юридическое лицо.

Производственное объединение автовокзалов и автостанций организуется в пределах области при транспортном управлении, межобластное объединение в пределах экономического района.

В состав производственного объединения, кроме автовокзалов и автостанций, должны входить цехи и мастерские по изготовлению и ремонту информационного оборудования, билетопечатающих машин, средств связи, радиоаппаратуры, технологического оборудования и рекламы, ремонта и содержания зданий.

Главными задачами производственных объединений автовокзалов и пассажирских автостанций является обеспечение:

- диспетчерского руководства движением междугородных и пригородных автобусов;
- высокого уровня культуры обслуживания пассажиров междугородных и пригородных сообщений;
- выполнения плана перевозок пассажиров, пассажирооборота и доходов на внегородских линиях;
- рентабельного и эффективного использования подвижного состава, выделяемого в распоряжение объединения;
- постоянного анализа, изучения пассажиропотоков и разработки предложений по совершенствованию транспортного процесса в целях повышения качества перевозок пассажиров в междугородном и пригородном сообщениях;
- разработки и внедрения в производственную деятельность автовокзалов и автостанций мероприятий, способствующих расширению услуг, предоставляемых пассажирам, и повышению качества их работы;

-внедрения в процесс обслуживания пассажиров средств механизации и автоматизации;

-развития сети линейных сооружений;

-внедрения в работу автовокзалов и автостанций технических средств связи;

-содержания в исправном состоянии с необходимым внешним и внутренним оформлением зданий автовокзалов и автостанций, прилегающих территорий и перронов.

В зависимости от объема перевозок и территориальной разобщенности и количества входящих в объединение производственных подразделений уставлено два типа структуры управления объединениями – однозвенный и двух-звенный.

При однозвенном типе управления все производственные подразделения входят в состав объединения и непосредственно подчиняются отдельным службам.

При двухзвенном типе управления создаются отделения, входящие в состав вышестоящей организации и объединяющие автостанции по территориальному принципу.

На автовокзалах и пассажирских автостанциях должны быть следующие отделы или группы: отдел организации пассажирских перевозок; центральная диспетчерская служба; производственно-технический отдел; отдел (группа) связи; отдел (группа) безопасности движения; контрольно-ревизорский отдел (группа); отдел (группа) планирования, учета, анализа; отдел (группа) кадров; центральная бухгалтерия.

Каждая отрасль народного хозяйства развивается с поддержкой единой экономической системы. Инвестирование каждой отрасли поможет дальнейшему развитию иного сектора.

Установлено, что в области экономического и технического содействия перспективными считаются:

-увеличение количества совместных автотранспортных предприятий и авторемонтных заводов;

-привлечение внешних и внутренних инвесторов для строительства объектов транспортной инфраструктуры;

-проектирование и строительство систем городского общественного транспорта и транспортных предприятий;

-увеличение поставок подвижного состава разных видов, в том числе рассчитанного на эксплуатацию в специфических условиях республики, а также специализированного транспорта для перевозки энергетического и минерального сырья, продукции сельского

хозяйства, а также непрерывных видов транспорта.

Приоритетными направлениями развития новых форм и способов организации перевозок в условиях высокогорья, в частности ГБАО являются:

-модернизация парка автотранспортных средств, которые осуществляют автотранспортный процесс в соответствии с международными требованиями и стандартов;

-развитие современной базы ТО и Р автотранспортных средств;

-внедрение новых форм и способов организации перевозок в условиях высокогорья на основе логистической концепции и логистического аутсорсинга;

-создание специальных фондов для проведения научных исследований в области развития автотранспорта.

В долгосрочный период основными направлениями развития должны стать:

-использование экологически чистых видов топлива;

-создание системы информационного обеспечения рынка транспортных услуг;

-улучшение экологического контроля подвижного состава автомобильного транспорта;

-совершенствование механизма государственного регулирования транспортной деятельности в условиях высокогорья;

-завершение реконструкции международных транспортных коридоров.

Для развития транспортной техники, технологий и информационного обеспечения в ГБАО поставлены следующие задачи:

-развитие парков пассажирского подвижного состава, сопоставимого по технико-экономическим параметрам с мировым уровнем;

-развитие систем, обеспечивающих скоростные и высокоскоростные перевозки пассажиров;

-стимулирование развития парков грузового подвижного состава, обеспечивающих заданные критерии объема и качества транспортных услуг на уровне, необходимом для реализации стратегии;

-расширение использования технологий контейнерных перевозок, в том числе для региональных и межрегиональных перевозок, малого и среднего бизнеса;

-создание интегрированной системы логистических парков на территории страны как основы формирования современной товаропроводящей сети;

-создание взаимоувязанной интегрированной системы товаротранспортной технологической инфраструктуры всех видов транспорта и грузовладельцев, обеспечивающей объем и качество транспортных услуг;

-разработка и экспериментальная отработка высокоэффективных товаротранспортных технологий, обеспечивающих качественные критерии всего спектра транспортных услуг и повышение производительности транспортной системы;

-стимулирование применения инновационных логистических товаротранспортных технологий;

-освоение инновационных технологий строительства, реконструкции и содержания транспортной системы.

Для повышения уровня безопасности транспортной системы ГБАО имеются некоторые задачи:

-обеспечение деятельности специализированных аварийно-спасательных служб во взаимодействии с Комитетом по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан (КЧСиГО) на уровне, соответствующем международным и национальным требованиям;

-обеспечение транспортной безопасности объектов транспортной системы и транспортных средств от актов незаконного вмешательства;

-обеспечение мобилизационной готовности транспортного комплекса;

-развитие средств и систем надзора в сфере транспорта;

-обеспечение потребности транспортного комплекса в специалистах с уровнем профессиональной подготовки, отвечающим требованиям безопасности и устойчивости транспортной системы.

Для снижения аварийности и рисков возможных происшествий на видах транспорта в ГБАО необходимо:

-ужесточить контроль за выполнением нормативных требований эксплуатации транспортных средств, транспортной инфраструктуры и сделать обязательным условием учет этих требований при сертификации и лицензировании (или декларировании) транспортной деятельности;

-повысить трудовую дисциплину при осуществлении грузовой и пассажирской транспортной деятельности;

-повысить антитеррористическую защищенность объектов транспортной системы и

транспортных средств путем их оснащения современными системами видеонаблюдения.

Основными задачами по рассматриваемым направлениям в автодорожном хозяйстве в ГБАО являются:

-обеспечение безопасности движения автомобильного транспорта и пешеходов;

-обеспечение деятельности специализированных аварийно-спасательных служб на уровне, соответствующем международным и национальным требованиям;

-обеспечение антитеррористической защищенности объектов дорожного строительства;

Для решения этих задач предусматриваются меры по переустройству «проблемных» участков, в первую очередь, вызывающих снижение безопасности движения в ГБАО, в том числе:

-ремонт дорог, находящихся в неудовлетворительном состоянии до нормативных требований путем проведения капитального ремонта;

-повышение уровня обустройства автомобильных дорог современными типами барьерных ограждений, строительство пешеходных переходов в разных уровнях, шумозащитных сооружений, противоблинных галерей, других специальных защитных и укрепительных сооружений;

-введение повсеместного весового контроля на автомобильных дорогах.

Обеспечение безопасности на автомобильном транспорте в ГБАО включает решение следующих задач:

-совершенствование системы обеспечения безопасности дорожного движения при автомобильных перевозках грузов и пассажиров;

-совершенствование структуры системы, которое обеспечивает безопасности дорожного движения в условиях высокогорья;

-введение требований к квалификации персонала (инженерно-технических работников, менеджеров, водителей, рабочих) в обязательные условия допуска к профессиональной деятельности на рынке автомобильных перевозок (в первую очередь – пассажирских перевозок автомобильным транспортом общего пользования).

Литература:

1. Закон Республики Таджикистан о горных регионах Республики Таджикистан. Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан, 2013 год, №7, ст. 532.

2. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. М., Транспорт, 1980. 271 с.

САМТҲОИ РУШДИ ШАКЛ ВА ТАРЗҲОИ НАВИ ТАШКИЛИ ИНТИҚОЛ ДАР ВМКБ ҚУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ф.М. Юнусов, П.Д. Хоҷаев, А.А. Раҷабов

Шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар Вилояти мухтори кӯхистони Бадахшон (ВМКБ) амалисозии интиқол бо контекстерҳо, поддон ва пакетҳо ба ҳисоб рафта, инчунин дар шароити баландкӯҳ истифодаи боркашонӣ тариқи системаи китфи тақияҳо мақсаднок аст.

Дар шароити баландкӯҳ барои нақлиёти чамбиятӣ сарфакорӣ пасткунӣ ҳаракатнокӣ аст, яъне то истгоҳ бояд пиёда рафт. Дар мақола асосҳои идораи диспетчерии ҳаракати автобусҳо дар робитаҳои берунашаҳрӣ барои намудҳои алоҳидаи мусофирбарӣ дида баромада шудааст.

Идораи диспетчерии ҳаракати автобусҳо дар маҳали дехот тариқи ҳамоҳангсозии ҷаври қор бо системаи диспетчерӣ дар робитаҳои наздишаҳрӣ ва байнишаҳрии автобусӣ амалӣ мегардад.

Калимаҳои калидӣ: шакл, тарз, ташкили интиқол, бор, мусофир, баландкӯҳ, ВМКБ.

DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF NEW FORMS AND METHODS OF ORGANIZING TRANSPORTATION IN GBAR OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

F.M. Yunusov, P.D. Hojaev, A.A. Rajabov

New forms and methods of organizing transportation in the Gorno-Badakhshan

Autonomous Regions (GBAR) are considered to be carried out in containers, pallets and packages, as well as when transporting in high mountains, it is advisable to carry out freight traffic using the traction arm system.

In conditions of highlands in public transport, greater efficiency is a decrease in mobility, i.e. you have to get to the stops. The basics of dispatch control of the movement of buses in out-of-town traffic with regard to certain types of passenger communications are considered.

Dispatch control of the movement of buses in the countryside carries out operational coordination in work with the dispatch system of suburban and intercity bus services.

Keywords: form, method, organization of transportation, cargo, passenger, highlands, GBAR.

Сведения об авторах:

Юнусов Фаридун Маъруфович – старший преподаватель кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” ТГУ имени академика М.С. Осими, тел.: 935272141, E-mail: fariduny@mail.ru

Хоҷаев Парвиз Давронович – д.э.н., профессор кафедры «Мировая экономика и международные экономические отношения», Таджикский государственный университет коммерции, тел: 938607503, E-mail: hojaev123p@mail.ru

Раҷабов Абдухалим Абдурахимович – к.э.н., старший преподаватель кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” ТГУ имени академика М.С. Осими, тел.:+ (992) 918-70-99-04.

К ВОПРОСУ УЧЕТА ЖЕСТКОСТИ КИРПИЧНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА В РАСЧЕТАХ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

А.А. Акрамов, П. Аминзода

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук Республики Таджикистан

В статье представлены результаты расчетных исследований степени влияния кирпичного заполнения железобетонного каркаса на напряженно-деформированное состояние несущих железобетонных конструкций при расчетах на сейсмические воздействия. Рассматриваются вопросы моделирования кирпичного заполнения и его положительные и отрицательные стороны включения в расчетах зданий.

Приводится анализ результатов экспериментальных исследований и сопоставление

их с результатами теоретических исследований.

Ключевые слова: кирпичное заполнение; перемещения; каркасное здание; расчет.

Основной предпосылкой необходимости учета жесткости кирпичного заполнения в расчетах железобетонных зданий на сейсмическую устойчивость является выявленная в ходе проведения экспериментальных исследований разница между динамическими характеристиками здания, замеренных инструментально и вычисленных теоретически в ходе проектирования здания.

Как показали предварительные результаты исследований одним из основных причин, вызвавших разницу между динамическими характеристиками зданий, неучет в ходе проектирования зданий жесткости кирпичной кладки, представленного наружными стенами, внутренними стенами и перегородками. Как правило, стены в расчетах принимаются в виде погонной нагрузки. В свою очередь, это приводит к искажениям в динамических характеристиках проектируемого здания, и при определенных условиях может приводить к дефициту сейсмостойкости проектируемого здания.

Очевидно, что правильный учет влияния заполнения железобетонного каркаса из мелкоштучных материалов в расчетах на сейсмостойкость позволит повысить его сейсмическую безопасность здания на стадии проектирования.

В Республике Таджикистан при возведении каркасно-монолитных зданий с кирпичным заполнением основной каркас здания заметно опережает кирпичное заполнение. При таком конструктивном решении кирпичные стены примыкают к основным несущим элементам каркаса здания с помощью гибких связей.

В последние годы в нашей стране широко обсуждается влияние, устойчивость и теплотехнические характеристики кирпичной кладки. Являющимся историческим материалом для строительства и получившим доверие со стороны жителей нашей страны кирпич чаще всего востребован при строительстве.

При проектировании каркасных железобетонных зданий с кирпичными заполнениями в странах СНГ в качестве несущих конструкций рассматриваются только железобетонные части здания: вертикальные диафрагмы жесткости, колонны, балки и перекрытия. Кирпичным заполнениям в виде наружных и межквартирных стен, а также внутренних перегородок оставляют лишь ограждающие функции, игнорируя полноту взаимодействия кладки с каркасом. Предполагается, что влияние кирпичного заполнения на статическую работу здания ограничивается передачей нагрузки от собственного веса кирпичного заполнения с учетом коэффициента запаса [2].

В действительности кирпичное заполнение включается в работу каркасного здания, воспринимая часть сдвиговых деформаций, заметно повышает жесткость здания, при этом изменяет величину и распределение

усилий в элементах каркаса. Учет взаимодействия кирпичного заполнения с каркасом здания предпринимался в зарубежных странах. В основном это связано с необходимостью повысить сейсмостойкость каркасных зданий, поэтому заполнение выполняется с применением кладок с повышенными механическими свойствами [1].

В 2013 году научными сотрудниками Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии были проведены экспериментальные исследования, целью которых было определение фактических динамических характеристик (ПЕРИОДОВ КОЛЕБАНИЙ) ряда существующих зданий в городе Душанбе, в т.ч. и новых конструктивных решений [5].

Анализ результатов экспериментальных исследований и сопоставление их с результатами теоретических исследований, полученных в ходе проектирования здания, показал на значительную разницу между расчетными и фактическими динамическими характеристиками зданий. В частности, было выявлено, что фактические периоды колебания исследованного здания значительно меньше, чем аналогичные теоретические (расчетные) значения периодов колебаний здания.

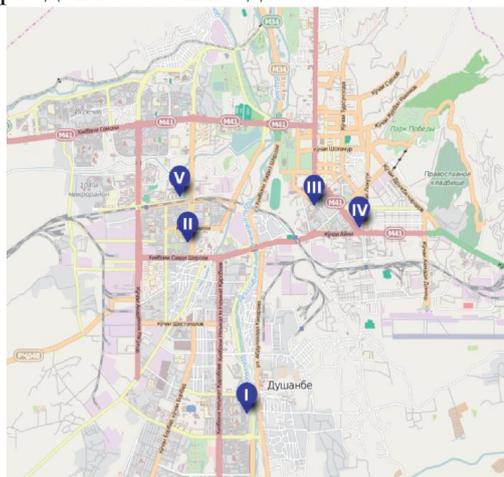
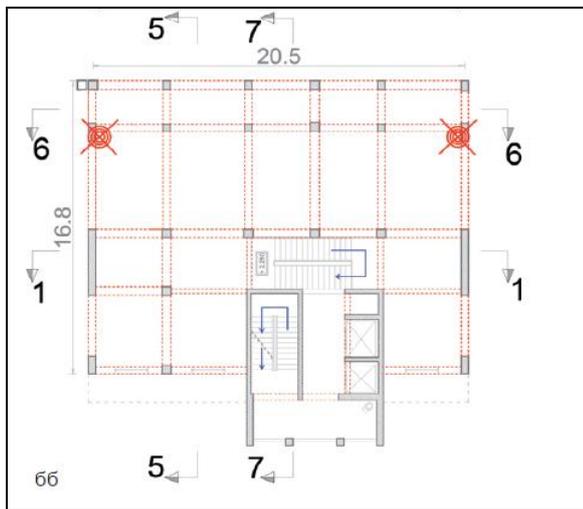
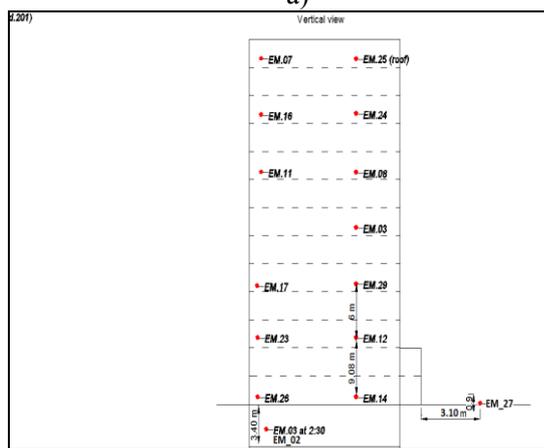


Рис.1. Карта города Душанбе с указанием расположения исследуемых объектов.

Рассмотрим динамические характеристики выявленных при экспериментальных исследованиях теоретических значений III-го здания, указанного на карте. Здание состоит из 5-ти отдельных блоков, отделенных друг от друга сейсмическими швами. Двенадцатиэтажный жилой дом с подвалом имеет размеры в плане 20,300х16,300м, высота этажей 1-ый и 2-ой 4,500м, типовые этажи 3,300м и высота подвала 4,500м, представляет собой рамное здание с железобетонным каркасом.



а)



б)

Рис.2. Схематичный план и разрез здания с указанием датчиков измерения.

а) Расчетная схема здания с указанием датчиков измерения в плане.

б) Продольное сечение здания с указанием датчиков измерения по этажам.

Рассмотрим результаты исследования здания на уровне подвального этажа, третьего этажа и кровли здания.

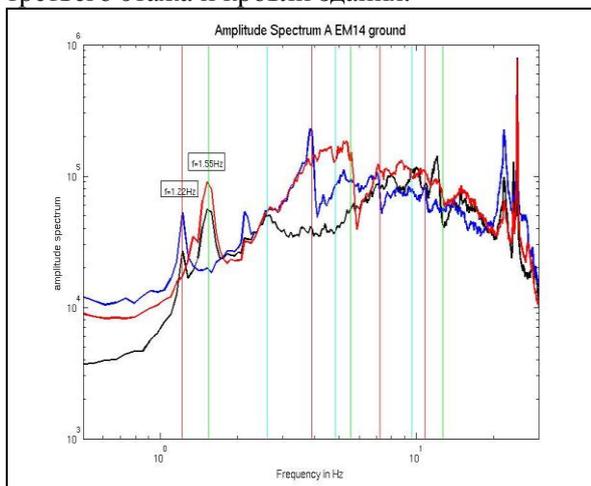


Рис.3. Спектр колебания здания на уровне подвального этажа. (Свет синий красный и черный соответствует направлениям X, Y и Z).

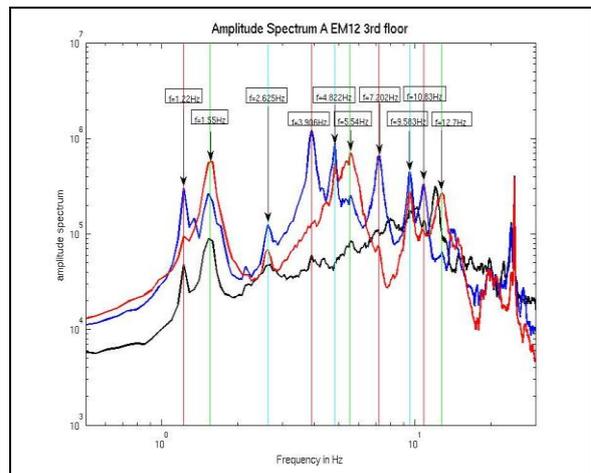


Рис.4. Спектр колебания здания на уровне третьего этажа. (Свет синий красный и черный соответствует направлениям X, Y и Z).

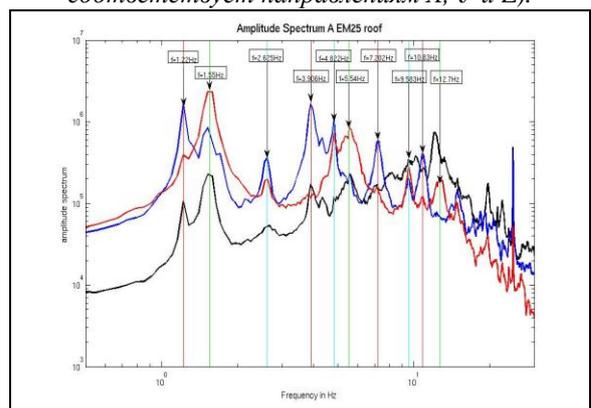
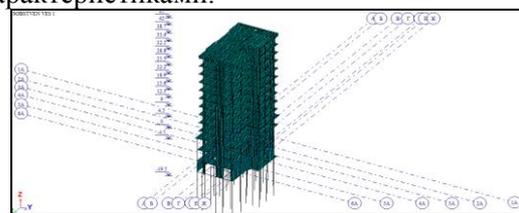


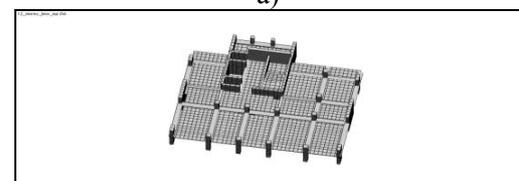
Рис.5. Спектр колебания здания на уровне кровли. (Свет синий красный и черный соответствует направлениям X, Y и Z).

Если перевести фактические динамические характеристики здания в секунды, то получим следующие значения: $T_1=0.8115c$; $T_2=0,6053c$; $T_3=0.5256$.

Рассмотрим теоретические динамические характеристики здания для дальнейшего сравнения с фактическими динамическими характеристиками.



а)



б)

Рис.6. Пространственная расчетная модель здания.

а) Пространственная расчетная модель здания.

б) Основные несущие элементы здания.

Сравнив фактические характеристики с теоретическими, можно заметить, что фактические динамические характеристики здания от 25% до 40% ниже, чем теоретические. Одной из основных причин данной разницы является неучет жесткости кирпичной кладки. Предоставленные расчетные и фактические динамические характеристики здания свидетельствуют о повышении жесткости каркаса при его заполнении кирпичной кладкой.

В результате включения каменной кладки в работе каркаса проявляются положительные эффекты такие как:

- увеличивается сдвиговая и изгибная жесткость здания при действии горизонтальных нагрузок;

- уменьшаются узловые изгибающие моменты в каркасе;

- повышается динамическая жесткость здания, что имеет большое значение при сейсмических воздействиях; [3; 4].

При вышеуказанных положительных эффектах кирпичного заполнения в каркасных зданиях имеются и отрицательные эффекты такие как:

-хрупкое разрушение при сдвиге заполнения или элементов каркаса;

-неудачное распределение жесткости в плане здания из-за не регулярного расположения каменных заполнений, приводящих к скручивающему эффекту здания;

-появление эффекта короткой колонны при случае, если заполнение не на всю высоту этажа [3; 4].

Таблица 1.

Результаты теоретических (расчетных) значений динамических характеристик (периодов колебания) здания ($T_1=1,3669c$; $T_2=1,3198c$; $T_3=1,0625c$).

| СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ ξ | | | | | | | |
|--|------------|-----------------|-------|-----------|------------------|-------------|------|
| :N | : СОБСТВ. | : Ч А С Т О Т Ы | | : ПЕРИОДЫ | : КОЭФФИЦИЕНТ | : МОДАЛЬНАЯ | |
| : П/П: | : ЗНАЧЕНИЯ | :-----: | | :-----: | : РАСПРЕДЕЛЕНИЯ: | : М А С С А | |
| : | : | : РАД/С | : ГЦ | : С | : | : В % | : |
| 1 | 0.217659 | 4.59 | 0.73 | 1.3669 | 24.883407 | 57.5 | 57.5 |
| 2 | 0.210166 | 4.76 | 0.76 | 1.3198 | -8.441349 | 6.6 | 64.1 |
| 3 | 0.169185 | 5.91 | 0.94 | 1.0625 | 2.321364 | 0.5 | 64.6 |
| 4 | 0.053208 | 18.79 | 2.99 | 0.3341 | 2.694847 | 0.7 | 65.3 |
| 5 | 0.051832 | 19.29 | 3.07 | 0.3255 | 12.782735 | 15.2 | 80.5 |
| 6 | 0.042411 | 23.58 | 3.75 | 0.2663 | 0.509092 | 0.0 | 80.5 |
| 7 | 0.029413 | 34.00 | 5.41 | 0.1847 | -6.267672 | 3.6 | 84.1 |
| 8 | 0.028970 | 34.52 | 5.50 | 0.1819 | -3.430351 | 1.1 | 85.2 |
| 9 | 0.027191 | 36.78 | 5.86 | 0.1708 | 3.333161 | 1.0 | 86.3 |
| 10 | 0.025122 | 39.81 | 6.34 | 0.1578 | -4.291757 | 1.7 | 88.0 |
| 11 | 0.023776 | 42.06 | 6.70 | 0.1493 | 0.426044 | 0.0 | 88.0 |
| 12 | 0.021461 | 46.60 | 7.42 | 0.1348 | -5.380427 | 2.7 | 90.7 |
| 13 | 0.021203 | 47.16 | 7.51 | 0.1332 | 0.515789 | 0.0 | 90.7 |
| 14 | 0.020456 | 48.89 | 7.78 | 0.1285 | -3.347865 | 1.0 | 91.7 |
| 15 | 0.019919 | 50.20 | 7.99 | 0.1251 | 0.372664 | 0.0 | 91.7 |
| 16 | 0.018867 | 53.00 | 8.44 | 0.1185 | -3.032324 | 0.9 | 92.6 |
| 17 | 0.018291 | 54.67 | 8.71 | 0.1149 | -0.786820 | 0.1 | 92.7 |
| 18 | 0.016549 | 60.43 | 9.62 | 0.1039 | 3.191151 | 0.9 | 93.6 |
| 19 | 0.016258 | 61.51 | 9.79 | 0.1021 | 1.060862 | 0.1 | 93.7 |
| 20 | 0.015898 | 62.90 | 10.02 | 0.0998 | 0.461746 | 0.0 | 93.7 |

Выводы

При расчетах каркасно-монолитных зданий с кирпичным заполнением необходимо учитывать кирпичное заполнение как несущего элемента здания. Предоставленный расчетный анализ свидетельствует об эффективности повышения жесткости каркаса при учёте жесткости кирпичного заполнения. Это позволяет нам более точно спроектировать здание, которое имеет кирпичное заполнение.

Литература:

1. В.Н. Деркач, Р.Б. Орлович. Экспериментальные исследования влияния кирпичного заполнения на сдвиговую жесткость каркасов зданий// ПГС. 2014. №11. с 53-57.
2. В.Н. Деркач. Несущая способность кирпичного заполнения каркасных зданий.
3. Е.К. Рунов, Н.Е. Медведев Усиление каркасных зданий при сейсмических воздействиях//Тихоокеанский государственный

университет, г. Хабаровск//Научные чтения памяти проф. Даниловского М.П. 2016г.с.453.

4. В. Н. Деркач. Совместная работа кирпичного заполнения и железобетонного монолитного каркаса. Статья поступила в Magazine of Civil Engineering 2013г. с 20.

5. Pulat Yasunov, Wojana Petrovic1, Dino Bindi1, Marco Pilz1, Matteo Serio. Building monitoring in Bishkek and Dushanbe by the use of ambient vibration analysis.

МАСЪАЛАИ БАИНОБАТГИРИИ ЧАНДИРИИ ПУРКУНАНДАИ ХИШТИИ СИНЧИ ОХАНУБЕТОНӢ ДАР ҲИСОБИ ЗИЛЗИЛАТОБОВАРӢ

А.А. Акрамов, П. Аминзода

Дар мақола натиҷаҳои ҳисоби санҷиши дараҷаи таъсири пурқунандаи хишти синҷи оҳанубетонӣ ҳангоми шидатнокӣи шакл-тағйири ҳолати конструксияи оҳанубетонии борбардор дар ҳисоби қувваҳои зилзилавӣ оварда шудааст. Тарафҳои мусбат ва манфии баназаргирии пурқарди хиштӣ ба ҳисоби бино оварда шудааст. Таҳлили натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ ва муқоисаи онҳо бо натиҷаҳои таҳқиқоти назариявӣ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: пурқарди хиштӣ, аз ҷой ба ҷой гузарӣ, биноҳои каркасӣ, ҳисоби бино.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБА ПЛИТ МЕТОДОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

А.А. Ходжибоев, И. Каландарбеков, Д.Дж. Исвалиев

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматривается методика формирования матрицы жесткости изгибаемых пластин, жестко зацементированных по краям на основе метода сосредоточенных деформаций..

Приводится анализ результатов экспериментальных исследований и сопоставление их с результатами теоретических исследований.

Ключевые слова: метод сосредоточенных деформаций, изгиб пластин, граничные условия, изгибная жесткость, сдвиговая жесткость, крутильная жесткость, матрица внешней жесткости, напряженно – деформированное состояние.

В настоящее время разработано большое число приближенных методов численного расчета: метод конечных элементов, метод конечных разностей, вариационно-разностный метод и др. [1-5]. Главным требованием к методам расчета является уменьшение

ON THE HARDNESS OF THE BRICK FILLING OF CONCRETE FRAME IN THE CALCULATIONS FOR SEISMIC STABILITY

A.A. Akramov, P. Aminzoda

The article presents the results of computational studies of the degree of influence of brick filling of a reinforced concrete frame on the stress-strain state of load-bearing reinforced concrete structures when calculating seismic effects. The issues of modeling brick filling and its positive and negative aspects of inclusion in the calculations of buildings are considered.

The results of experimental studies are analyzed and compared with the results of theoretical studies.

Keywords: brick filling; displacement; frame building; calculation.

Сведения об авторах:

Акрамов Азиз Абдуразакович – соиск. "Института геологии, сейсмологии и сейсмостойкого строительства". Тел: 904026062.

Email: akramov92@mail.ru

Аминзода Пулод – к.т.н., доцент, директор "Института геологии, сейсмологии и сейсмостойкого строительства". Тел: 918652277.

Email: pulat_yasunov@yahoo.com

трудоёмкости расчётов при сохранении достаточной точности полученного решения. Обеспечение необходимой надёжности строительных конструкций и снижения их стоимости остаётся одним из важнейших направлений в области строительной механики. Большинство строительных конструкций, такие как плиты перекрытия, оболочки, пластины и др. испытывают деформацию изгиба. Классическими аналитическими методами расчета не всегда удаётся определение напряженно – деформированного состояния таких конструкций. Поэтому возникает необходимость применения численных методов. В данной работе рассматривается пример расчета зацементированной пластины по МСД. (рис. 1). Получены матрицы внешней и внутренней жесткости и составлена разрешающая система уравнений, в результате решения которой определены перемещения в центре пластины.

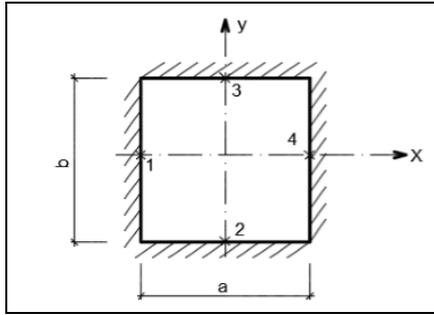


Рис. 1. Защемленная по четырем краям пластина.

Расчетная схема пластины и действующие усилия приведены на рис.2. Посередине пластины действуют заданные изгибающие моменты M_x и M_y и сосредоточенная сила P . По граням элемента в сечениях 1,2,3 и 4 показаны внутренние усилия M_i , Q_i и H_i ($i=1,2,3,4$), где M_i - изгибающие моменты, Q_i - поперечные силы, H_i - крутящие моменты.

Из рассмотрения конечного элемента МСД (рис. 2) получим следующую систему уравнений:

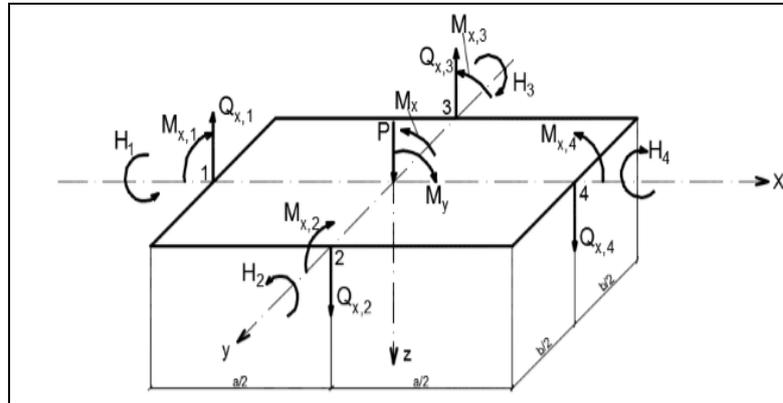


Рис. 2. Расчетная схема пластины и действующие усилия.

$$\left. \begin{aligned} 1) \quad \sum M_x = 0, \quad -M_{y,3} + M_{y,2} - H_1 + H_4 - Q_{y,3} \cdot \frac{b}{2} - Q_{y,2} \cdot \frac{b}{2} - M_x = 0 \\ 2) \quad \sum M_y = 0, \quad M_{x,1} - M_{x,4} + H_2 - H_3 + Q_{x,1} \cdot \frac{a}{2} + Q_{x,4} \cdot \frac{a}{2} + M_y = 0 \\ 3) \quad \sum P_z = 0, \quad -Q_{x,1} + Q_{x,4} + Q_{y,2} - Q_{y,3} + P = 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Из системы уравнений (1) формируем матрицу коэффициентов A , которая состоит из блоков A_1, A_2, A_3, A_4 , элементы которых соответствуют сечениям 1,2,3 и 4

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & \frac{a}{2} \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{b}{2} \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & -\frac{b}{2} \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & \frac{a}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & -\frac{b}{2} & -1 & 0 & -\frac{b}{2} & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & \frac{a}{2} & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & \frac{a}{2} \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Для пластины, защемленной по контуру, коэффициенты жёсткости определяются по формулам [3].

При изгибе: по оси x $\omega_{x,0} = \frac{2EI_x}{a}$, по оси y

$$\omega_{y,0} = \frac{2EI_y}{b}.$$

При кручении: по оси x $\psi_{x,0} = \frac{GJ_x}{a}$, по оси

$$y \quad \psi_{y,0} = \frac{GJ_y}{b}.$$

При сдвиге: по оси x $\xi_{x,0} = \frac{5Gb}{3a}$, по оси y

$$\xi_{y,0} = \frac{5Gah}{3b},$$

где, E, G – модули упругости и сдвига, I_x, I_y – осевые моменты инерции, h – толщина пластины, a, b – размеры пластины.

Матрица внутренней жёсткости для рассматриваемого элемента имеет диагональную структуру:

$$C = \text{diag} \left[\frac{2EI_x}{a}, \frac{GJ_x}{a}, \frac{5Gb}{3a}, \frac{2EI_y}{b}, \frac{GJ_y}{b}, \frac{5Gah}{3b}, \frac{2EI_y}{b}, \frac{GJ_y}{b}, \frac{5Gah}{3b}, \frac{2EI_x}{a}, \frac{GJ_x}{a}, \frac{5Gb}{3a} \right] \quad (4)$$

Матрица внешней жёсткости K определяется по следующей формуле [3]:

$$K = A \cdot C \cdot A^T \quad (5)$$

Для формирования матрицы K сначала нужно сформировать матрицу $A \cdot C$, элементы которой определяются по формуле:

$$A \cdot C = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{GJ_x}{a} & 0 & \frac{2EI_y}{b} & 0 & -\frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b} & -\frac{2EI_y}{b} & 0 & -\frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b} & 0 & \frac{GJ_x}{a} & 0 \\ \frac{2EI_x}{a} & 0 & \frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} & 0 & -\frac{GJ_y}{b} & 0 & 0 & \frac{GJ_y}{b} & 0 & -\frac{2EI_x}{a} & 0 & \frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} \\ 0 & 0 & -\frac{5Gb}{3a} & 0 & 0 & \frac{5Gah}{3b} & 0 & 0 & -\frac{5Gah}{3b} & 0 & 0 & \frac{5Gb}{3a} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Транспонированная матрица A имеет следующий вид (7).

В результате произведения трех матриц получим матрицу жесткости, коэффициенты которой будут равны:

$$\begin{aligned} k_{11} &= \frac{GJ_x}{a} + \frac{2EI_y}{b} + \left(-\frac{b}{2}\right) \cdot \left(-\frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b}\right) + \frac{2EI_y}{b} + \left(-\frac{b}{2}\right) \cdot \left(-\frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b}\right) + \frac{GJ_x}{a} = \\ &= \frac{2GJ_x}{a} + \frac{4EI_y}{b} + \frac{5bGah}{6}; \quad k_{12} = 0, \quad k_{13} = -\frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b} + \frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b} = 0; \\ k_{21} &= 0; \quad k_{22} = \frac{2EI_x}{a} + \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} + \frac{GJ_y}{b} + \frac{GJ_y}{b} + \frac{2EI_x}{a} + \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} = \\ &= \frac{4EI_x}{a} + \frac{2GJ_y}{b} + \frac{5bGah}{6}; \quad k_{23} = -\frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} + \frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} = 0; \quad k_{31} = -\frac{b}{2} \cdot \frac{5Gah}{3b} + \\ &+ \left(-\frac{b}{2}\right) \cdot \left(-\frac{5Gah}{3b}\right) = 0; \quad k_{32} = -\frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} + \frac{a}{2} \cdot \frac{5Gb}{3a} = 0; \quad k_{33} = \frac{5Gb}{3a} + \frac{5Gb}{3a} = 0, \end{aligned} \quad (8)$$

Матрица получается диагональной.

$$K = \begin{bmatrix} \kappa_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \kappa_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \kappa_{33} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Система разрушающих уравнений в матричной форме имеет вид:

$$W = K^{-1} \times P \quad (10),$$

$$A^T = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{a}{2} & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ -\frac{b}{2} & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \frac{b}{2} & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{a}{2} & 1 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

где $w = \begin{bmatrix} \varphi_x \\ \varphi_y \\ w \end{bmatrix}$ - вектор неизвестных.

$P = \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ P \end{bmatrix}$ - вектор перемещений заданных

внешних сил.

Матричное уравнение можно представить в следующем виде:

$$\begin{bmatrix} \varphi_x \\ \varphi_y \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ \kappa_{11} & -1 & 0 \\ 0 & \kappa_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \kappa_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ P \end{bmatrix} \quad (11)$$

Из решения уравнений (11) имеем:

$$W = \frac{P}{\kappa_{33}} = \frac{P}{\frac{10Gbh}{3a} + \frac{10Gah}{3b}} = \frac{P}{\frac{20Gbh}{3a}} = \frac{3P}{20Gh}$$

$$\varphi_x = \frac{M_x}{\kappa_{11}}, \quad \varphi_y = \frac{M_y}{\kappa_{22}} \quad \text{и} \quad W = \frac{3P}{20Gh}$$

Для сравнения приводим результат аналитического расчета прогиба в середине защемленной с четырёх сторон плиты из [5], согласно которой перемещение имеет вид:

$$W = 0.00126 \frac{qa^2}{D}, \quad \text{где}$$

q - интенсивность равномерно распределенной нагрузки;

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu)} - \text{цилиндрическая жесткость}$$

пластины;

$\mu = 0,3$ – коэффициент Пуассона;

E – модуль упругости материалы пластины.

$$\text{При } q = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}, h=1 \text{ см}, a=1 \text{ см}; E = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

При этих данных прогиб получается $W = 0.0137 \text{ см}$.

При разбивке пластины на один элемент МСД (рис. 1) прогиб получается:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{1}{2(1+0.3)} = 0.3846.$$

$$W = \frac{3P}{20Gh} = \frac{3qa^2}{20Gh} = \frac{3 \cdot 1}{20 \cdot 0.3846 \cdot 1} = 0.39.$$

При увеличении числа разбивки результат приближается к аналитическому решению.

Вывод. На конкретном примере изгиба пластины разработан алгоритм расчета МСД, определены матрицы внутренней и внешней жёсткости и приведены формулы для определения перемещений.

Литература:

1. Ржаницын А.Р. Расчет сплошных конструкций методом упругих сосредоточенных деформаций. Стр. мех. и расчет соор., 1980, №5, с. 15-20.

2. Додонов М.И. Расчет изгибаемых пластин методом сосредоточенных деформаций. Строительная механика и расчёт сооружений, 1986, №2, с. 22-25.

3. Низомов Д.Н., Каландарбеков И. Метод сосредоточенных деформаций. – Душанбе: изд-во «Дониш», 2015. – 436с.

4. С.П. Тимошенко и С. Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки. М., 1966 г., 636 стр.

5. Вайнгбер Д.В. «Справочник по прочности, устойчивости и колебаниям пластин», Киев, «Будівельник», 1973, стр. 488.

ТАҲҚИҚОТИ ҚАТШАВИИ ТАХТАСАНҒО БО УСУЛИ ДЕФОРМАТСИЯҲОИ ЧАМЪКАРДАШУДА

А.А. Ҳочибоев, И. Қаландарбеков,
Д.Ҷ. Исвалиевич

Дар мақола методикаи тартибдиҳии матрисаи сахтии тахтасанги қатшаванда, ки ҳамаи тарафҳояш сахт маҳкам карда шудааст, дар асоси усули деформатсияҳои чамъкардашуда дида баромада шудааст.

Калимаҳои калидӣ: усули деформатсияҳои чамъкардашуда, қатшавии тахтасанг, шартҳои канорӣ, мазбӯтӣ ба қатшавӣ, мазбӯтӣ ба кӯчиш, мазбӯтӣ ба тобхӯрӣ, матрисаи мазбӯтии беруна, ҳолати шидатнокӣ-деформатсионӣ.

STUDY OF PLATE BENDING BY THE METHOD OF CONCENTRATED DEFORMATIONS

A.A. Khodjiboev, I. Kalandarbekov,
D.J. Isvaliev

The article deals with the method of forming the stiffness matrix of bent plates that are rigidly pinched at the edges based on the method of concentrated deformations.

Keywords: method of concentrated deformation, plate bending, boundary conditions, bending stiffness, shear stiffness, torsional stiffness, external stiffness matrix, stress-strain state.

Сведения об авторах:

Ходжибоев Абдуазиз Абдусатторович – д.т.н., и.о. доцента кафедры ПГС ТТУ им. акад. М.С. Осими, тел.: +(992) 918-89-35-14. E-mail: hojiboev@mail.ru

Каландарбеков Имомёрбек – д.т.н., проф. каф. ПГС ТТУ им. ак. М.С.Осими, тел.: 938470909, E-mail: kalandarbekov-55@mail.ru

Исвалиев Далерджон Джурахонович – асс. каф. ПГС ТТУ им. ак. М.С. Осими, тел.: +(992) 93-888-48-34. E-mail: disvaliev@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ БАЛКИ ПРИ ЧИСТОМ ИЗГИБЕ

А. А. Ходжибоев, У. М. Махмадиев, И. Ш. Ашууров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье изложены результаты экспериментальных исследований балок при изгибе. С использованием экспериментальных данных определяется модуль упругости балки. Установлен тарировочный коэффициент тензорезисторов для получения истинных значений напряжений. Результаты экспериментальных исследований сравниваются с расчетными данными.

Ключевые слова: чистый изгиб, тензорезистор, модуль упругости, нормальные напряжения, относительная деформация, эксперимент, момент инерции, момент сопротивления.

Введение. Исследование напряженно-деформированного состояния зданий является актуальной задачей. Для оценки достоверности полученных результатов необходимо их сравнивать с результатами экспериментов. В предлагаемой статье экспериментальным путем получены механические характеристики материала балки. Также определен поправочный коэффициент для тарировки показания тензорезисторов.

Нормальные и касательные напряжения определяются по следующим формулам [3]:

$$\sigma_x = \pm \frac{M_x}{I_x} y ; \quad (1)$$

$$\tau_{xy} = \frac{QS}{I_x b} ; \quad (2)$$

где M_x -изгибающий момент, I_x -момент инерции поперечного сечения балки, y -расстояние от центра тяжести до точки определения нормальных напряжений, Q -поперечная сила, S -статический момент площади отсеченной части относительно нейтральной оси, b -ширина поперечного сечения балки.

При прямом изгибе перемещение определяется по формуле [3]:

$$\Delta = \int_0^l \frac{M_P \bar{M}_1}{EI_x} dx ; \quad (3)$$

где M_P -изгибающий момент от заданной нагрузки, \bar{M}_1 -изгибающий момент от единичной силы, E -модуль упругости.

Результаты экспериментальных исследований. В лаборатории кафедры ПГС ТТУ имени академика М.С. Осими были проведены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния стальной балки длиной $L=120$ см при прямом изгибе. Двухконсольная балка закреплена в точках Б, С и загружена сосредоточенными силами в концах консолей (рис 1,2). Размеры поперечного сечения балки $b \times h$, где высота поперечного сечения $h = 8$ мм, а ширина $b = 30$ мм.

Для определения относительной деформации \mathcal{E} в зоне чистого изгиба использовали электротензометрический комплекс, который работает по схеме уравнивающегося электрического моста Уинстона. Основными элементами этой системы являются четыре резистора, образующие плечи замкнутого контура и переменный уравнивающий баланс моста резистор. В диагональ контура включен усилитель сигнала разбаланса моста с автоматической балансировкой и шкалой со стрелками. Электротензомер — это единый комплекс электрических приборов, с помощью которого производится дистанционное измерение фибровых деформаций материала конструкции в заданной точке. В его состав входят тензорезисторы (датчики величины деформации), наклеенные на деформируемые волокна исследуемой конструкции, автоматический электронный измеритель деформаций АИД-4, коммутатор для поочередного включения тензорезисторов, источник электропитания и соединительные кабели. При испытаниях металлических конструкций обычно используют тензорезисторы с базой 10 или 20 мм (рис.3,4). [1].



Рис. 1. Испытательный стенд с испытуемой балкой.

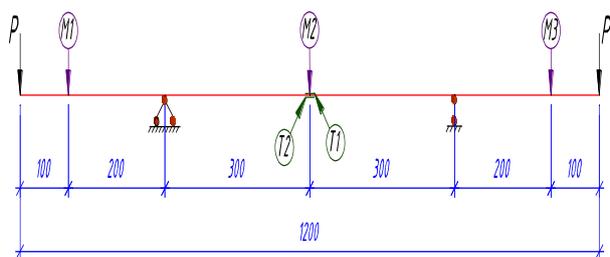


Рис. 2. Схема расстановки приборов на испытуемую балку.

где M1, M2, M3-индикаторы часового типа ИЧ-50 (0.01мм) и T1, T2-тензорезисторы.



Рис. 3. Общий вид лектротензометрического комплекса.

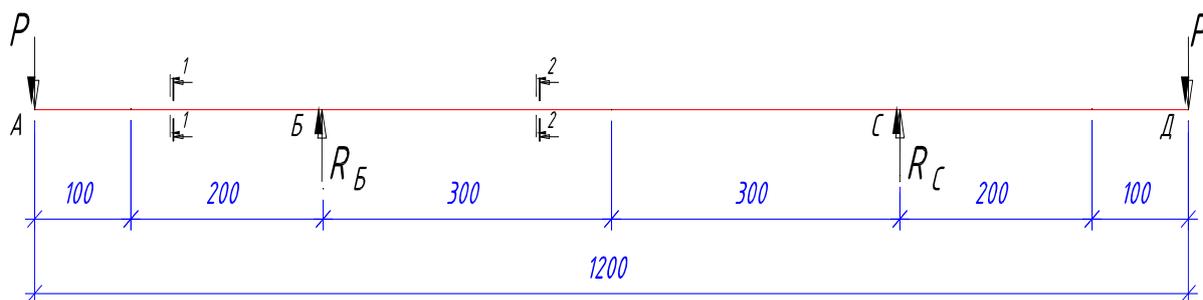


Рис. 5. Расчетная схема балки.



Рис. 4. Тензорезистор типа 2ПКБ (20мм).

Определение модуля упругости. Перемещение в различных точках балки определяется по формуле (3) с использованием правила Верещагина (рис.6).

$$\Delta_{M1} = \frac{1}{EI_x} \left[\frac{0.2}{6} (2 \cdot 0.1P \cdot 0 + 2 \cdot 0.3P \cdot 0.2 + 0.1P \cdot 0.2 + 0.3P \cdot 0) + \frac{0.2 + 0.1}{2} \cdot 0.3 \cdot 0.3P + \frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot 0.3 \cdot 0.3P \right] =$$

$$= \frac{1}{EI_x} \left[\frac{7}{1500} P + \frac{27}{2000} P + \frac{9}{2000} P \right] = \frac{17 \cdot P}{750 \cdot EI_x} \quad (4)$$

$$\Delta_{M2} = \frac{1}{EI_x} (0.3 \cdot P \cdot 0.3 \cdot 0.5 \cdot 0.15) \cdot 2 =$$

$$= \frac{1}{EI_x} \left(\frac{9}{100} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{20} \cdot P \right) \cdot 2 = \frac{27 \cdot P}{2 \cdot 10^3 \cdot EI_x} \quad (5)$$

где Δ_{M1} и Δ_{M2} - действительные вертикальные перемещения точек, где установлены миссуры M1 и M2.

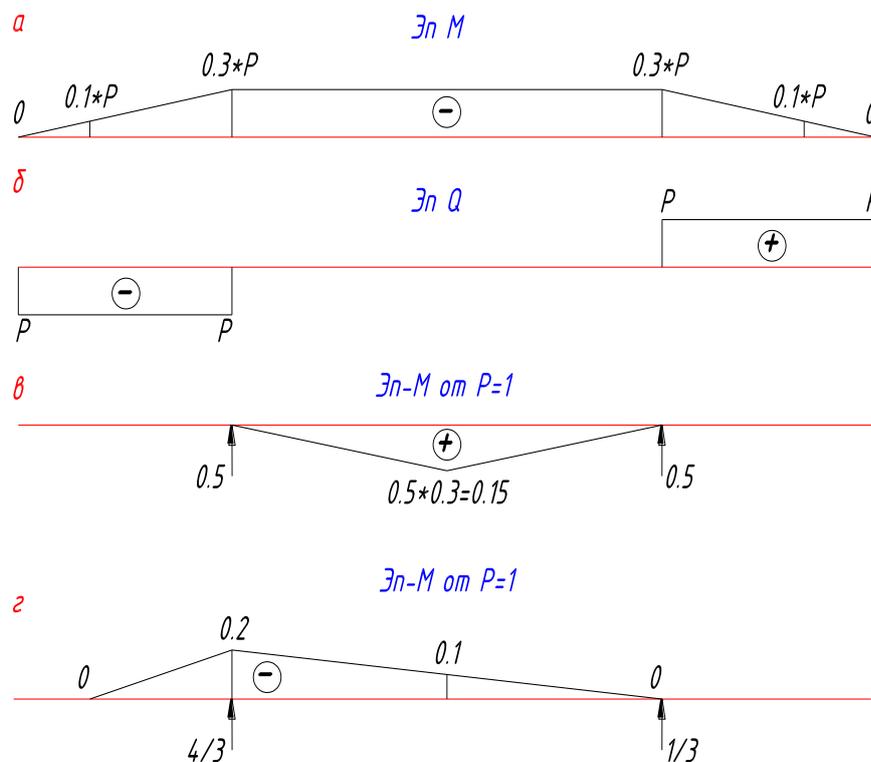


Рис. 6. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от действия силы P и $P=1$

Экспериментальные значения перемещения и показатели тензорезисторов приведены в таблице 1.

Таблица.1.

Экспериментальные данные по ИЧ-50 и тензорезисторов.

| № | P-(кг) | M1-(мм) | M2-(мм) | M3-(мм) | T1 | T2 |
|---|--------|---------|---------|---------|-----|-----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0+ | 38.94 | 3.05 | 39.86 | 573 | 420 |
| 2 | 2.005+ | 37.15 | 4.19 | 38.02 | | |
| 3 | 2.015+ | 35.22 | 5.31 | 36.23 | | |
| 4 | 2.015+ | 33.4 | 6.42 | 34.46 | | |
| 5 | 2.005+ | 31.49 | 7.52 | 32.69 | 540 | 452 |
| 6 | 2.000+ | 29.72 | 8.63 | 30.95 | | |
| 7 | 3.000+ | 27.06 | 10.27 | 28.36 | | |
| 8 | 8.400+ | 19.80 | 14.86 | 21.00 | 480 | 512 |
| 9 | 9.900+ | 11.11 | 20.31 | 12.09 | 440 | 555 |

Используя данные эксперимента (табл.1), по формулам (4) и (5) определяется модуль упругости для различных точек

$$E(2) = \frac{27 \cdot P}{2 \cdot 10^3 \cdot \Delta_{M2} \cdot I_x},$$

$$E(1,3) = \frac{17 \cdot P}{750 \cdot \Delta_{M1} \cdot I_x}. \quad (6), (7)$$

В таблице 2 приведены результаты эксперимента и полученные значения модуля упругости.

По полученным результатам (табл.2) на рис.7 показаны экспериментальные значения

зависимости между нагрузками и перемещениями.

Из рис.7 следует, что перемещение консольной части балки несколько больше, чем в середине балки.

Расчет металлической балки с помощью программного комплекса ЛИРА САПР-2017. Полученное значение модуля упругости было использовано в расчете рассматриваемой балки методом конечных элементов с использованием ПК ЛИРА. На рис.8 показана деформированная схема балки. На рис.9 и 10 приведены эпюры изгибающих моментов и поперечных сил.

Экспериментальные значения модуля упругости.

| № | P- (кг) | Δ-M2 (мм) | E2- *10 ⁷ (т/м ²) | Δ-M1 (мм) | E1- *10 ⁷ (т/м ²) | Δ-M3 (мм) | E3- *10 ⁷ (т/м ²) | Среднее значение (E) |
|---|----------------------|--------------|---|--------------|---|--------------|---|----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 2.005 | 1.14 | 1.85 | -1.79 | 1.98 | -1.84 | 1.93 | |
| 2 | 4.02 | 2.26 | 1.88 | -3.72 | 1.91 | -3.63 | 1.96 | |
| 3 | 6.035 | 3.37 | 1.89 | -5.54 | 1.93 | -5.4 | 1.98 | |
| 4 | 8.04 | 4.47 | 1.90 | -7.45 | 1.91 | -7.17 | 1.99 | |
| 5 | 10.04 | 5.58 | 1.90 | -9.22 | 1.93 | -8.91 | 2.00 | |
| 6 | 13.04 | 7.22 | 1.90 | -11.88 | 1.94 | -11.5 | 2.01 | |
| 7 | 21.44 | 11.81 | 1.91 | -19.14 | 1.98 | -18.86 | 2.01 | |
| 8 | 31.34 | 17.26 | 1.92 | -27.83 | 1.99 | -27.77 | 2.00 | |
| 9 | Среднее значение (E) | | 1.89 | | 1.95 | | 1.98 | 1.93 |

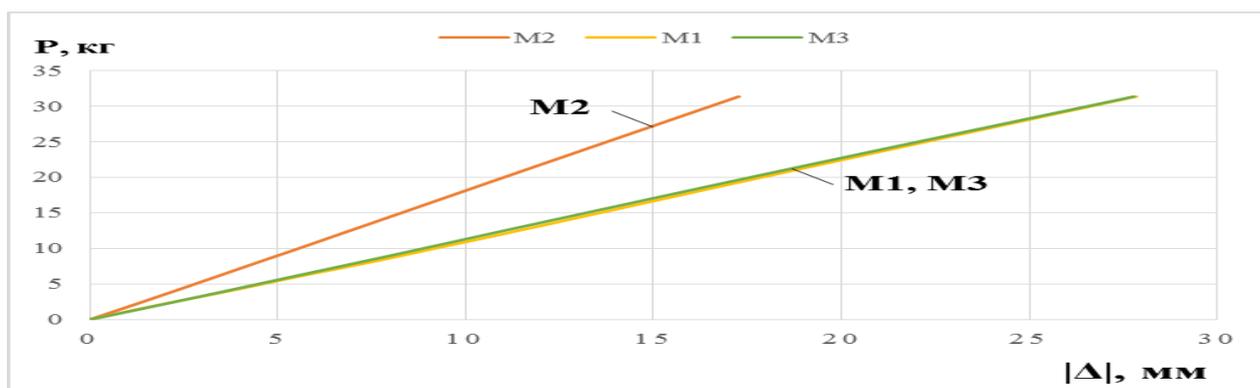


Рис. 7. Графики зависимостей между нагрузкой и перемещением в различных точках балки.

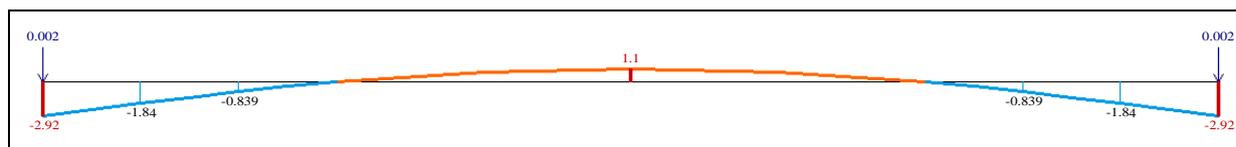


Рис.8. Деформированная схема балки.



Рис.9. Эюра изгибающих моментов.

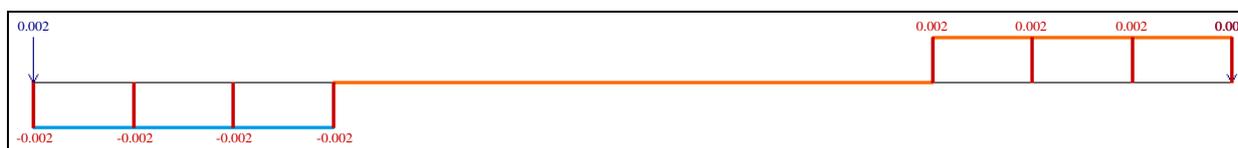


Рис.10. Эюра поперечных сил.

В таблице 3 результаты, полученные по МКЭ, сравниваются с данными эксперимента. Из анализа приведенных данных (табл. 3) следует, что средняя погрешность прогибов составляет от 1.8% до 3.44%. В табл.4 сравниваются результаты нормальных напряжений, полученных по формуле (1) экспериментальным путём и по МКЭ. Сравнение результатов (табл.4) показывает, что погрешность составляет от 1.1% до 4.2%.

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать вывод. Полученные результаты эксперимента позволили определить модуль упругости материала балки. Используя этот модуль упругости, было проведено моделирование балки по МКЭ с использованием ПК ЛИРА. Была получена картина напряженно-деформированного состояния балки и сопоставлена с данными эксперимента.

Таблица. 3.

Сравнение экспериментальных и теоретических значений перемещений.

| № | P- (кг) | f-M1 (мм) | От ПК ЛИРА (мм) | f-M2 (мм) | От ПК ЛИРА (мм) | f-M3 (мм) | От ПК ЛИРА (мм) |
|----|------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 2.005 | -1.79 | -1.84 | 1.14 | 1.1 | -1.84 | -1.84 |
| 2 | 4.02 | -3.72 | -3.69 | 2.26 | 2.2 | -3.63 | -3.69 |
| 3 | 6.035 | -5.54 | -5.54 | 3.37 | 3.3 | -5.4 | -5.54 |
| 4 | 8.04 | -7.45 | -7.38 | 4.47 | 4.39 | -7.17 | -7.38 |
| 5 | 10.04 | -9.22 | -9.21 | 5.58 | 5.49 | -8.91 | -9.21 |
| 6 | 13.04 | -11.88 | -12 | 7.22 | 7.13 | -11.5 | -12 |
| 7 | 21.44 | -19.14 | -19.7 | 11.81 | 11.7 | -18.86 | -19.7 |
| 8 | 31.34 | -27.83 | -28.8 | 17.26 | 17.1 | -27.77 | -28.8 |
| 9 | C/3 | -10.82 | -11.02 | 6.64 | 6.55 | -10.64 | -11.02 |
| 10 | Пог | 1.8 % | | 1.35 % | | 3.44% | |

Таблица.4.

Сравнение по нормальным напряжениям.

| № | P- (кг) | $\sigma^T * 10^3$ т/м ² | $\sigma_1^y * 10^3$ т/м ² | $\sigma_2^y * 10^3$ т/м ² | σ – лира т/м ² | Погреш- ность |
|---|------------|---------------------------------------|---|---|-------------------------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 8.04 | 7.54 | 7.32 | -7.1 | 7.531 | 4.2% |
| 3 | 21.44 | 20.1 | 20.6 | -20.4 | 20.094 | 2% |
| 4 | 31.34 | 29.38 | 29.5 | -29.9 | 29.375 | 1.1% |

Литература:

1. Автоматический электронный измеритель деформаций АИД-4 для тензорезисторных мостов и полумостов. Краткое техническое описание. Инструкция по эксплуатации. — М.: Госстрой СССР ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Завод опытных конструкций, изделий и оборудования, 1986.

2. Механика разрушения и прочность материалов. Справочное пособие в 4-х томах. — Киев.: Наукова думка, 1988. — 2000 с.

3. Сопротивление материалов / Под ред. А. Ф. Смирнова. — М.: Высшая школа, 1975. — 480 с

ОМУЗИШИ НАЗАРИЯВӢ ВА ТАҶРИБАВИИ БОЛОРИ ФИЛИЗӢ ҲАНГОМИ ҚАТШАВИИ ТОЗА

А.А. Хоҷибоев, У.М. Маҳмадиев, И.Ш. Ашуров

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ ҳангоми қатшавии болор оварда шудааст. Аз таҷриба модули чандирии маводи болор муайян карда шудааст, ки баъдан барои муайян кардани шиддати нормалӣ дар қисматҳои болор истифода карда мешавад. Ғайр аз ин коэффитсиенти

раъйии тензорезисторҳо ба даст оварда шудааст, ки ҳангоми муқаррар кардани шиддатҳои ҳақиқӣ истифода бурда мешавад. Натиҷаҳои таҳқиқоти озмоишӣ бо натиҷаҳои ҳисобҳои ададӣ муқоиса карда мешаванд.

Калимаҳои калидӣ: қатшавии тоза, тензорезистор, модули чандирий, шиддати нормалӣ, шаклтағйирёбии нисбӣ, таҷриба, моменти инерсия, моменти муқовимат.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE METAL BEAM IN CLEAN BEND

A.A. Khojiboev, U.M. Makhmadiev, I.Sh. Ashurov

The article presents the results of experimental studies of beams in bending. Using experimental data, the modulus of elasticity of the beam is determined. The calibration coefficient of the strain gages is established to obtain the true voltage values. The results of experimental studies are compared with calculated data.

Keywords: pure bending, strain gauge, elastic modulus, normal stresses, relative deformation, experiment, moment of inertia, moment of resistance.

Сведения об авторах:

Ходжибоев Абдуазиз Абдусатторович – д.т.н., и.о. доцента кафедры ПГС, ТТУ имени академика М.С. Осими, тел: +(992) 918- 89-35-14 E-mail: hojiboev@mail.ru

Махмадиев Усмонали Муродалиевич - магистрант 1-го курса по специальности «Промышленное и гражданское строитель-

ство». ТТУ имени академика М.С. Осими, тел: (+992) 934 11 11 88.

E-mail: mahmadievu-21061997@mail.ru

Ашуров Идрис Шарифхонович – асс. каф. «Промышленное и гражданское строительство». ТТУ имени академика М.С. Осими, тел: (+992) 938 88 48 35.

E-mail: idris.ashurov2016@mail.ru

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕДАЧИ ЗВУКОВЫХ ВИБРАЦИЙ ЧЕРЕЗ СТЫКИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

А.Р. Фазилов, Д.С. Хайров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье на основе рассмотрения распространения звуковой вибрации по конструкциям зданий получены коэффициенты передачи звуковых вибраций для стыков каркасных и панельных зданий.

Ключевые слова: звуковая вибрация, здание, конструкция, коэффициент передачи, пластина, крестообразный стык.

Под звуковыми вибрациями (структурным шумом) понимают механические колебания в твердых телах в частотном диапазоне от 16 до 20 000 Гц.

Проблема передачи звуковых вибраций в современных зданиях, состоящих из крупноразмерных акустически однородных конструкций, имеет огромное практическое значение. Механические колебания стен, перекрытий, возникающие в одном месте, передаются на значительное расстояние, почти не затухая, и излучаются в воздух, создавая дискомфортные условия в жилых или рабочих помещениях. Источниками возникновения звуковых вибраций может быть различное инженерное оборудование зданий (вентиляционные установки, лифты, компрессоры), звук шагов, хлопанье дверей и др. [1].

Распространение звуковых вибраций можно учитывать еще на стадии проектирования путем численного расчета уровней колебаний конструкций и определения оптимальных толщин перекрытий и стен. За последние годы увеличилось строительство крупноразмерных, в том числе из монолитного железобетона зданий, которые математически можно смоделировать сложные динамические системы в виде регулярной структуры связанных между собой перекрытий, стен, ригелей и колонн. Если исходить из того, что здание состоит из однородных пластин и стержней, то для

расчета можно применить статистический энергетический анализ. Система уравнений баланса энергии для элементов здания имеет вид

$$|L| \cdot |E| = |P|, \quad (1)$$

где $|L|$ - матрица потерь;

$|E|$ - матрица энергий элементов;

$|P|$ - матрица входных мощностей.

Решение этой системы уравнений позволяет определить уровни виброскорости или виброускорения конструкций здания. Однако наиболее трудноопределимым параметром системы уравнений является коэффициент передачи звуковых вибраций через стыки стержней и пластин (колонн, ригелей, стен и перекрытий) [2, 3].

В НИУ «Московский государственный строительный университет» совместно с Московским институтом железнодорожного транспорта и ГИПРОНИИ РАН были разработаны алгоритмы и программы определения коэффициентов передачи звуковых вибраций через стыки элементов зданий различных конструктивных систем.

Прохождение упругих волн через соединение пластин оценивалось путем постановки граничной динамической задачи теории упругости. Рассматривался жесткий стык соединения полубесконечных пластин крестообразной, Т-образной, угловой формы с блок-массой (колонна, ригель), находящейся как в точке пересечения пластин, так и вне ее. На рисунке 1а приведена схема расчета коэффициентов передачи при прохождении звуковых колебаний через стык (изображен поперечный разрез обычного крестообразного соединения строительных плит с блок-массой. Если опустить одну или две

поперечины соединения, то получится более простая комбинация соединения). Предполагается, что в пластине 1 имеется свободно распространяемая плоская, изгибная V_B или продольная V_L волна с единичной амплитудой, нормально падающей на линию стыка.

$$V_B = e^{-1K_{B1}X}; V_L = e^{-1K_{L1}X}, \quad (2)$$

где K_{B1} и K_{L1} - волновые числа изгибных и продольных волн.

Допустимо рассматривать только нормальное и продольное падение волны, так

как использование в статистическом энергетическом анализе средних или нормальных коэффициентов передачи дает незначительный разброс результатов (см. таблицу).

Средний коэффициент передачи τ_m определяется интегрированием τ по $\sin \theta$:

$$\tau_m = \int_0^1 \tau d(\sin \theta), \quad (3)$$

где θ - угол падения волны на стык.

Таблица 1.

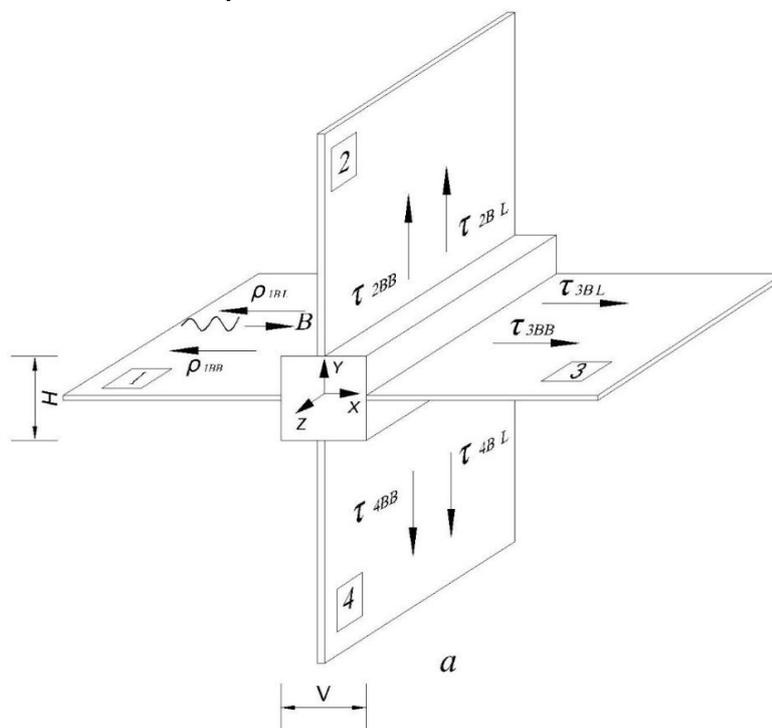
Зависимость затухания виброускорения от угла падения волн.

| Коэффициент передачи | Затухание уровня виброускорения перекрытия через этаж от источника (дБ) на частотах, Гц | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 |
| Средний | 7,0 | 7,4 | 7,8 | 8,1 | 8,6 | 9,0 | 9,4 | 9,9 | 10,4 | 10,9 |
| Для нормального падения волны | 5,9 | 6,2 | 6,5 | 6,9 | 7,2 | 7,6 | 7,9 | 8,3 | 8,8 | 8,2 |

Часть энергии падающей волны отражается в стыке пластин, а остальная часть этой энергии передается в пластины 2, 3, 4. Данный процесс приводит к образованию в пластинах 2, 3 и 4 волн нескольких типов (изгибных, продольных). Вызванные этими волнами смещения пластин записываются в известном виде. Граничные

условия определяются, исходя из следующих соображений:

- так как все четыре пластины соединены жестко, то в точке $X=Y=0$ составляющие колебательной скорости и угловые скорости должны быть одинаковы для всех четырех пластин;



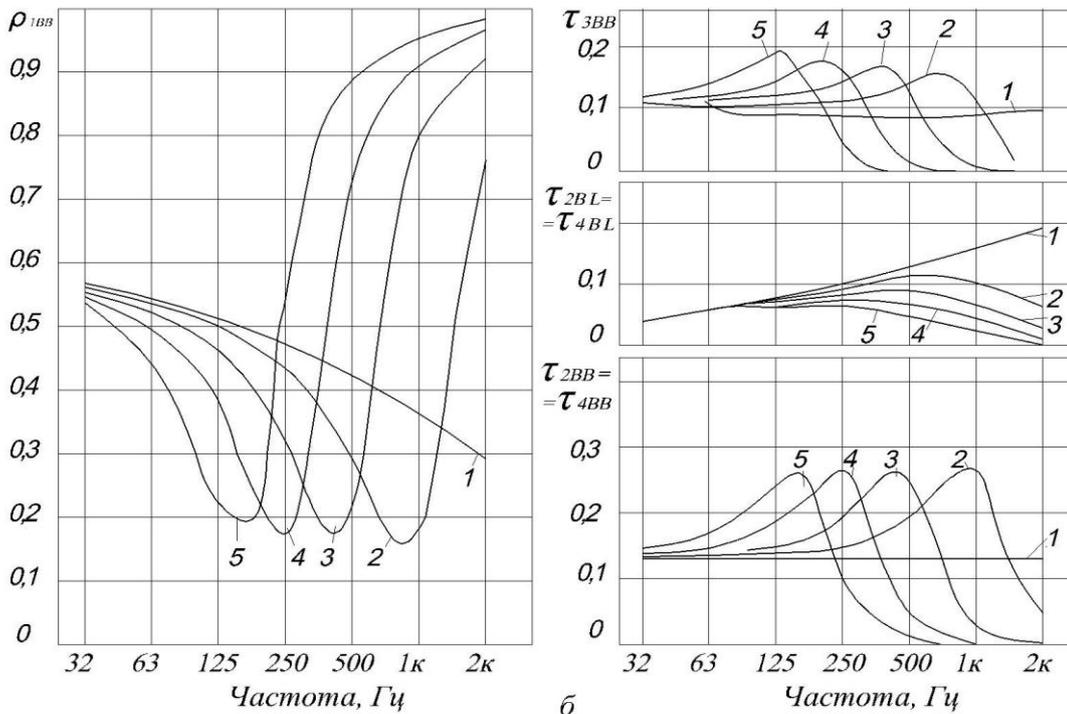


Рис. 1. Коэффициенты передачи звуковой вибрации через крестообразный стык:
а – конструкция рассматриваемого соединения; **б** – результаты численного **расчета**
 - сумма всех составляющих сил должна быть равна нулю (при отсутствии блок-массы) или $i_{\omega} m' V_{X1(Y1)}$ (при наличии блок-массы).

где ω - круговая частота; m - масса блок-массы на единицу длины; $V_{X1(Y1)}$ - составляющая колебательной скорости;

- сумма всех моментов относительно центральной (общей) оси должна быть равна нулю (при отсутствии блок-массы) или $i_{\omega} R W_{Z1}$ (при наличии блок-массы), где W_{Z1} - угловая скорость; R - момент инерции блок-массы, который определяется как

$$\rho' \cdot H \cdot V \cdot \frac{H^2 + V^2}{12} \quad (\text{предполагается, что центр тяжести блок-массы совмещен с линией пересечения срединных плоскостей пластин}),$$

здесь ρ' - плотность материала; H и V - размеры блок-массы.

Подставляя выражения для внутренних усилий в стыке в граничные условия и решая систему комплексных линейных уравнений, находим коэффициенты отражения и передачи. Критерием проверки служит следующее выражение:

$$\rho_{1BB} + \rho_{1BL} + \sum_{n=2}^4 (\tau_{nBB} + \tau_{nBL}) = 1; \quad (4)$$

где ρ - коэффициент отражения; τ - коэффициент передачи; индекс B - изгибная

волна, L - продольная волна, 1-й индекс - падающая волна, 2-й - прошедшая волна.

В расчетах принималось, что материал стыка - бетон с модулем упругости $2,6 \cdot 10^{10}$ Н/м², плотностью 2300 кг/м³, коэффициентом Пуассона 0,17.

На рис.1.б показаны результаты (1÷5) численного расчета коэффициентов передачи звуковой энергии для крестообразного стыка пластин одинаковой толщины (0,12 м) в зависимости от меняющихся размеров блок-массы:

- 1) $H=0; V=0$; 2) $H=0,3 \text{ м}; V=0,3 \text{ м}$; 3) $H=0,4 \text{ м}; V=0,4 \text{ м}$; 4) $H=0,5 \text{ м}; V=0,5 \text{ м}$; 5) $H=0,6 \text{ м}; V=0,6 \text{ м}$.

На стык из пластины 1 падает изгибная волна. Анализируя результаты, можно сделать вывод, что наибольшее прохождение (в случае изгибная волна - изгибная волна) отмечается, когда длина изгибной полуволны совпадает с размерами блок-массы. Коэффициенты ρ_{1BL} и τ_{3BL} равняются нулю, т. е. в пластинах 1 и 3 продольные волны не образуются.

На основе описанного подхода были найдены коэффициенты передачи для

жестких стыков каркасных и панельных зданий различных типов. Имея такие данные, можно оценить распространение звуковых вибраций по конструкциям зданий. Эффективность разработанных программ определяется повышением точности расчетов и разработкой на их основе более эффективных конструктивных решений.

Литература:

1. Бородинский Л.С., Спиридонов В.М. Снижение структурного шума в судовых помещениях. Л., «Судостроение». 1974.
2. Будрин С. В., Никифоров А.С. Прохождение волн через различные соединения пластин//Акустический журнал. т.IX, вып.4, 1963.
3. Бородинский Л.С. Исследование возможности увеличения виброизоляции угловых соединений корпусных конструкций, ограждающих судовые помещения. Сб. «Борьба с шумом». Л., «Судостроение», 1965.

КОЭФФИЦИЕНТҲОИ ГУЗАРИШИ ЛАРЗИШҲОИ САДОЙ АЗ ПАЙВАНДИ КОНСТРУКСИЯҲОИ БИНОҲО

А.Р. Фазилов, Д.С. Хайров

Дар мақола дар асоси дида баромадани паҳншавии ларзишҳои садоӣ дар конструкси-

яҳои биноҳо коэффитсиентиҳои гузариши ларзишҳои садоӣ барои пайвандҳои конструксияҳои биноҳои синҷӣ ва панелӣ ба даст оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ларзиши садоӣ, бино, конструксия, коэффитсиенти гузаришӣ, лавҳа, пайванди салибшакл.

COEFFICIENTS OF TRANSMISSION OF SOUND VIBRATIONS THROUGH JOINTS OF CONSTRUCTIONS OF BUILDINGS

A.R. Fazilov, D.S. Khayrov

In the article, based on consideration of distribution of sound vibrations on constructions of buildings, coefficients of transfer of sound vibrations for joints of frame and panel buildings are received.

Keywords: sound vibration, building, structure, transmission coefficient, plate, cruciform joint.

Сведения об авторах:

Фазилов Анвар Рахматджанович – к.т.н., доцент кафедры АЗ и С ТТУ имени акад. М.С. Осими. E-mail: niisa-fozilov@mail.ru

Хайров Диловар Сайфуллоевич – докторант PhD каф. АЗ и С ТТУ имени акад. М.С. Осими. E-mail: dilovarkhayr@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ПЛОТИНЫ С ПОЛУПЛОСКОСТЬЮ, ОСЛАБЛЕННАЯ ОТВЕРСТИЕМ

Д. Н. Низомов¹, О. А. Ходжибоев², А. А. Ходжибоев³

^{1,2}Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ

³Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Напряженно-деформированное состояние плотин, в частности земляных в значительной степени определяются физико-механическими характеристиками их оснований. Расчетную модель земляной плотины с центральным ядром и упорными призмами из горной массы можно представить как конечное кусочно-однородное тело, которое опирается на упругое однородное полупространство. Излагаются некоторые новые результаты исследований напряженного состояния кусочно-однородного тела, полученные численным моделированием на основе метода граничных интегральных уравнений.

Ключевые слова: граничные уравнения, численное моделирование, неоднородное тело, контактная задача, ядро плотины,

упорные призмы, бегущая волна, тектоническое напряжение.

Математическое моделирование и исследование напряженно-деформированного состояния неоднородных тел имеет практическое значение. Например, земляную плотину с центральным ядром из бетона или скелетно-глинистых грунтов, переходными зонами из песчано-гравийных грунтов и мелкой горной массы, упорными призмами из горной массы можно представить как конечную неоднородную область. При этом предполагается, что упорные призмы могут иметь разные физико-механические характеристики, которые отличаются от характеристики ядра, а деформируемое основание является однородным. Таким образом, неоднородная область, состоящая из трех подобластей с общей линией основания

и соответствующими объемными силами, и действующей нагрузкой, моделирует статическое состояние плотины с центральным ядром. Исходя из условий непрерывности на контактных границах и заданной нагрузки, формулируется краевая задача исследования напряженно-деформированного состояния кусочно-однородной плотины.

Далее переходим к рассмотрению задачи взаимодействия сооружения с полупространством. Пусть тело сооружения, которое занимает область $V + \Omega$, где $\Omega = \Omega_0 + \Omega_1$, имеет контактную поверхность Ω_0 с полупространством (рис.1, а). Предполагается, что породный массив полупространства является изотропным и линейно-упругим с модулем сдвига G_0 и коэффициентом Пуассона ν_0 и находится в начальном напряженном состоянии σ_{ij}^0 . Также предполагается, что в теле массива имеется полость с граничной поверхностью Ω_2 . Из совместного рассмотрения сооружения и упругого полупространства можно записать первое интегральное уравнение [1]

$$c_{ij}w_j(\xi) + \int_{\Omega_0+\Omega_1} p_{ij}^*(\xi, x)w_j(x)d\Omega(x) - \int_{\Omega_0} w_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Omega(x) = \int_{\Omega_1} w_{ij}^*(\xi, x)p_j^0(x)d\Omega(x) + \int_V w_{ij}^*(\xi, y)\bar{Q}_j(y)dV(y) \quad (1)$$

здесь неизвестными являются компоненты перемещения на поверхности $\Omega = \Omega_0 + \Omega_1$ и компоненты напряжений на поверхности Ω_0 . В случае, когда сооружение состоит из трех подобластей ($V = V_1 + V_2 + V_3$) с различными физико-механическими характеристиками

(рис.1, б), то в уравнении (1) вводятся дополнительные интегралы, учитывающие перемещения и напряжения на контактных границах между подобластями. Второе граничное уравнение мы получаем из рассмотрения полупространства с полостью и с учетом действия контактных напряжений на поверхности полупространства

$$c_{ij}w_j(\xi) + \int_{\Omega_2} p_{ij}^*(\xi, x)w_j(x)d\Omega(x) - \int_{\Omega_0} w_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Omega(x) = \int_{\Omega_2} w_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Omega(x), \quad \xi \in \Omega_2, \\ x \in \Omega_0 + \Omega_2, \quad (2)$$

где неизвестными являются перемещения на поверхности Ω_2 и напряжения на контактной поверхности Ω_0 . Третье уравнение мы можем получить из (2), если принимать, что $\xi \in \Omega_0$ и $c_{ij} = \delta_{ij}$, тогда будем иметь:

$$w_i(\xi) + \int_{\Omega_2} p_{ij}^*(\xi, x)w_j(x)d\Omega(x) - \int_{\Omega_0} w_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Omega(x) = \int_{\Omega_2} w_{ij}^*(\xi, x)p_j(x)d\Omega(x), \quad \xi \in \Omega_0, \\ x \in \Omega_0 + \Omega_2, \quad (3)$$

где неизвестными являются компоненты перемещения на контактной границе Ω_0 и на поверхности Ω_2 , а также компоненты напряжений на поверхности Ω_0 .

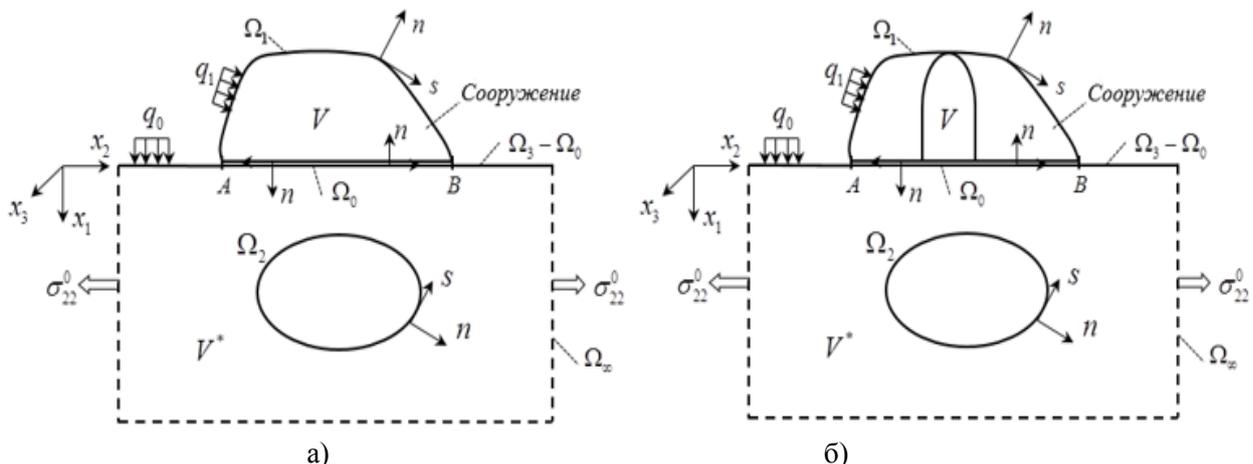


Рис.1. Модели взаимодействия сооружения с упругим полупространством.

Таким образом, граничные уравнения (1)-(3) позволяет сформировать систему разрешающих уравнений задачи взаимодействия сооружения с полупространством, в котором имеется полость с поверхностью Ω_2 . Предлагаемый алгоритм расчета является универсальным и позволяет проводить исследования напряженно-деформированного состояния как трехмерных, так и двумерных систем, как статических, так и динамических задач теории упругости [2-7].

Рассмотрим решение задачи по определению напряженно-деформированного состояния неоднородной плотины на основе модели «основание-сооружение» в условиях плоской деформации (рис.2,а).

Сейсмическая инерционная нагрузка на плотину определяется как функция коэффициента сейсмичности, величины погонной массы, коэффициента динамичности и коэффициента формы:

$$S(y) = f(K_c, q_y, \beta, \eta), \quad (4)$$

Горизонтальное и вертикальное составляющие внешнего воздействия на напорной грани плотины будут равны:

$$p_x^0 = S(y) + W_x(y) = 0,378 \cdot \gamma$$

$$[L - (L - b_0)y / h]^3 / h^3 - \gamma_0(h - y) \cos \alpha_1$$

$$p_y^0 = W_y = -\gamma_0(h - y) \sin \alpha_1, \quad L = a_1 + b_1 + c_1. \quad (5)$$

Предполагая, что перемещения и напряжения на контурах имеют кусочно-постоянный характер изменения, строим расчетную модель системы «основание-сооружение», которая показана на рис.2,б, где через M1, M2,... обозначены номера крайних точек контуров (элементов). Обозначения NS1, NS2,... с одной стороны указывают на последовательность расположения контуров при их обходе с целью интегрирования, а с другой стороны несут информацию о количестве постоянных граничных элементов на данной поверхности.

На рис. 4, а) показаны графики изменения тангенциальных напряжений вдоль контура ядра плотины при различных воздействиях: $q_k + W_1$ (кривая 1); $q_k + W_1 + W_2$ (кривая 2); $q_k + W_1 + W_2 + S_1$ (кривая 3). Можно увидеть, что действия сейсмической нагрузки приводят к значительному росту напряжений в угловых зонах контура гребни плотины. Для сравнения на рис. 4 б) представлены результаты распределения тангенциальных напряжений на контуре ядра плотины, полученные от действия объемных сил при различных значениях модуля сдвига ядра: $\mu_2 = 22,14$ МПа (кривая 1); $\mu_2 = 57,69$ МПа (кривая 2) и других равных условиях.

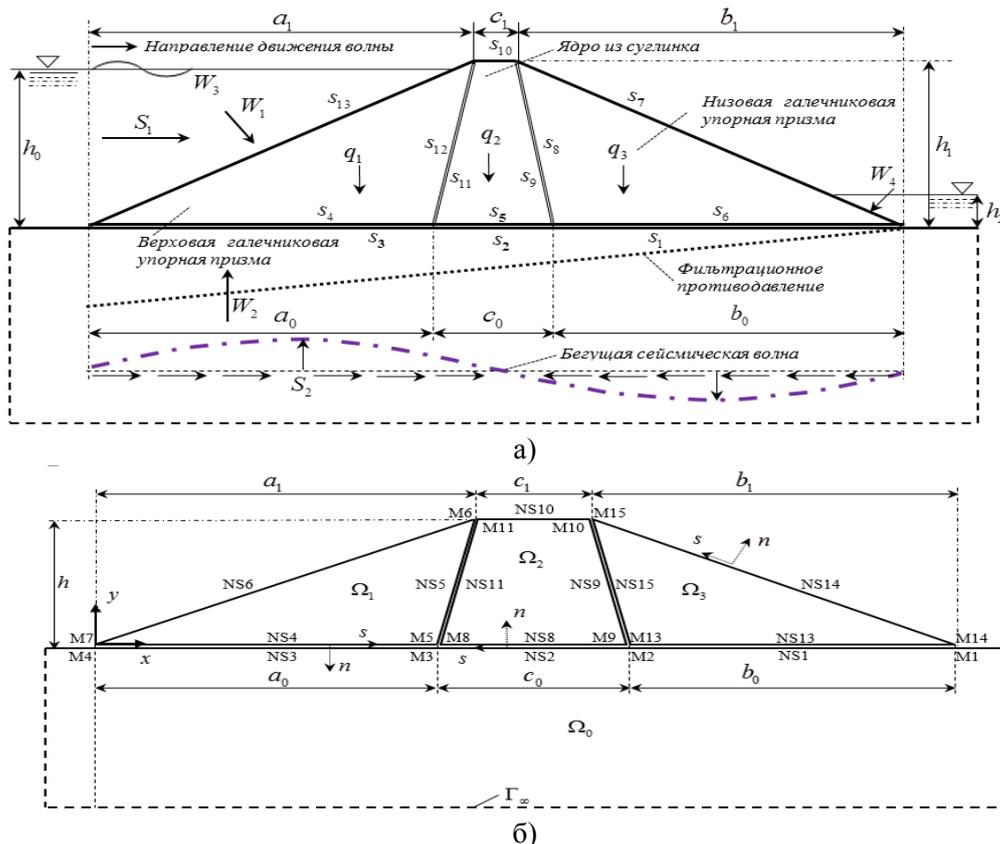


Рис.2. Неоднородная плотина: а) действующие силы; б) численное моделирование.

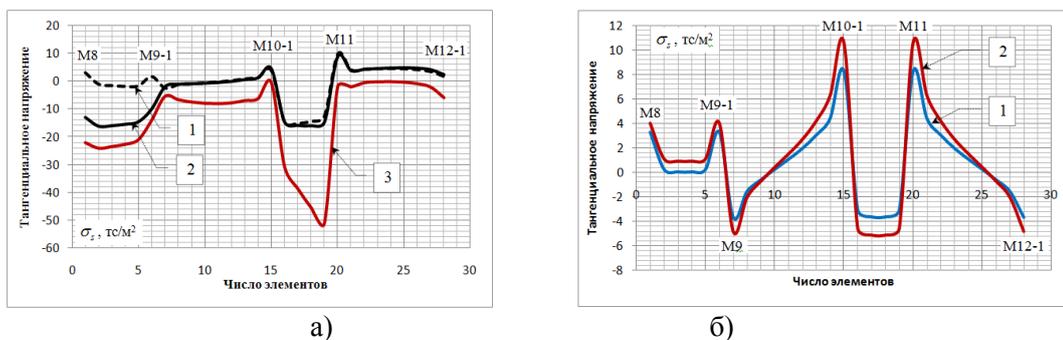


Рис.4. Распределение тангенциальных напряжений на контуре ядра плотины: а) от различных воздействий; б) от собственного веса.

Таким образом, предлагаемая математическая модель решения задачи статического взаимодействия кусочно-однородного тела с упругим полупространством в условиях плоской деформации позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние неоднородных плотин и может быть реализована для решения практических задач.

Литература:

1. Низомов Д.Н. Метод граничных уравнений в решении статических и динамических задач – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2000.-282с.
2. Низомов Д. Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Алгоритм расчета взаимодействия сооружения с полупространством в условиях плоской деформации// Доклады АН Республики Таджикистан. – 2010.-Т.53.-№5 – С.364 – 371.
3. Низомов Д.Н. Численное моделирование задачи взаимодействия сооружения с основанием//Известия АН РТ, т.55, №9, 2012, с. 733-741.
4. Ходжибоев А.А. Исследование напряженно деформированного состояния неоднородных тел методом граничных уравнений// Вестник МГСУ (Москва), №7. 2012, с. 96 - 100.
5. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А. Исследование напряженно-деформированного состояния плотины Шурабской ГЭС на основе неоднородной модели с учётом податливости основания// Доклады АН РТ, том 55, 2012, №4.- с. 305-310.
6. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Решение задач взаимодействия конечного тела с полуплоскостью// Журнал «Строительная механика инженерных конструкций и сооружений» (РУДН, Москва), №1, 2013, с. 19-24.
7. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Алгоритм расчета взаимодействия сооружения с полупространством,

ослабленном выработкой в условиях плоской деформации// Журнал «Вестник РУДН» (Москва). №1, 2012, с 24-32.

МОДЕЛКУНОНИИ ҲАМДИГАРТАЪСИРИИ САРБАНДИ ҒАЙРИЯКЧИНСА БО НИМҲАМВОРИИ СҮРОХИДОШТА

Д.Н. Низомов, О.А. Ходжибоев,
А.А. Ходжибоев

Ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирдиҳии сарбандҳо, хусусан сарбандҳои хокӣ аз хусусиятҳои физикию механикии асосҳои онҳо вобастагӣ дорад. Модели ҳисобии сарбанди хокӣ, ки ядроӣ марказӣ ва призмаҳои паҳлӯгии тақягоҳиаш аз чинҳои кӯҳӣ мебошанд, ҳамчун қисми қисм-қисм якҷинсаи ба нимфазои якҷинса тақяқунанда тасаввур намудан мумкин аст. Баъзе натиҷаҳои нави таҳқиқоти ҳолати шиддатнокӣ қисми қисм-қисм якҷинса, ки бо ёрии моделкунонии ададӣ дар асоси усули муодилаҳои интегралӣ канорӣ ба даст омадааст, иншо карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: муодилаҳои канорӣ, моделкунонии ададӣ, қисми ғайриякҷинса, масъалаи расиш, ядроӣ сарбанд, призмаҳои тақягоҳӣ, мавқеи даванда, шиддати тектоникӣ.

MODELING THE INTERACTION OF A HETEROGENEOUS WEIR WITH A HALF- PLANE, ATTENUATED BY THE HOLE J.N. Nizomov, O.A. Hojiboev, A.A. Hojiboev

The stress-strain state of dams, in particular earth dams, is largely determined by the physical and mechanical characteristics of their foundations. The computational model of an earthen dam with a central core and persistent prisms from the rock mass can be represented as a finite piecewise homogeneous body that rests on an elastic homogeneous half-space. Some new results of investigations of the stress state of a piecewise homogeneous body, obtained by

numerical modeling based on the method of boundary integral equations, are presented.

Keywords: boundary equations, numerical simulation, heterogeneous body, contact problem, dam core, thrust prisms, traveling wave, tectonic stress.

Сведения об авторах:

Низомов Джахонгир - д.т.н., проф., член.-корр. АН РТ. Институт геологии,

сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ, тел.: + (992) 919-35-57-34.

Ходжибоев Орифджон Абдуазизович - СИС, Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ,

Ходжибоев Абдуазиз Абдусатторович – д.т.н., и.о. доцента кафедры ПГС ТТУ им.акад.М.С. Осими, тел.: + (992) 918-89-35-14. E- mail: hojiboev@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

И.В. Гиясова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, (НИУ МГСУ)

Задача повышения энергоэффективности зданий путём минимизации теплопотерь внутри помещений и оптимизации энергопотребления является актуальной. Она решается с учетом особенностей влияния климатических факторов на здания, во-первых, грамотным выполнением теплоизоляции наружных ограждений, во-вторых, применением эффективных теплоизоляционных материалов. Здания, являясь по сути объемными геометрическими фигурами различной формы, по-разному реагируют на природно-климатические факторы, так как их теплоустойчивость напрямую зависит от форм и объемов. В статье выполнен анализ зависимости теплоустойчивости городских зданий от их геометрических форм и объёмов. На примере башни Эволюции Московского международного делового центра Москва-Сити выполнен расчет теплопотерь помещений, расположенных на разных по высоте этажах, и выявлены изменения основных климатических факторов по высоте объекта.

Ключевые слова: здания, теплоизоляция, теплопотребление, застройка, теплопотери, ограждающие конструкции, теплопроводность.

Унификация и типизация в строительной индустрии, являясь экономически целесообразными мерами для массового строительства, привели к единообразию типов зданий и сооружений, к единой геометрии форм и объёмов. При этом преобладание прямоугольных форм планов и фасадов зданий не лучшим образом сказывается на их теплоустойчивости. Из-за отсутствия обтекаемости при ветровых нагрузках теплопотери через наружные ограждающие конструкции таких зданий

значительные и требуют дополнительных мероприятий по утеплению конструкций. Наружные ограждающие конструкции зданий, являясь барьером между наружной и внутренней средой, играют важную роль в формировании теплового баланса зданий.

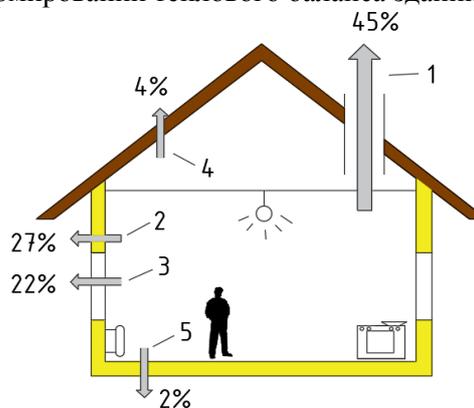


Рис. 1. Примерная структура теплового баланса жилого дома в холодный период года. Теплопотери: 1 - за счет воздухообмена, включая инфильтрацию и вентиляцию; 2 - через наружные ограждения; 3 - через неплотности световых проёмов; 4 - через крышу, перекрытие; 5 - теплопотери через пол или подвал.

Из рис. 1 [1] видно, что потери тепла через наружные ограждающие конструкции составляют около 50% от общих тепловых потерь здания. Следовательно, в свете решения глобальной задачи повышения энергоэффективности зданий вопрос теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий является основным.

Теплоизоляцию наружных ограждающих конструкций можно отнести к пассивной защите здания от тепловых потерь [6]. Задачу повышения энергоэффективности современных зданий необходимо решать на стадии архитектурного проектирования, разрабаты-

вая такие мероприятия как создание компактных архитектурных решений и уменьшение наружной поверхности стен за счёт простоты фасадов.

Наиболее распространены следующие способы утепления фасадов:

- системы утепления с тонким штукатурным слоем. Низкая стоимость делает этот метод одним из наиболее популярных. Технология выполнения работ включает несколько этапов укладки разных слоев: клей, теплоизоляция, стеклосетка, слой полимеров и финишное покрытие.

- системы утепления фасада с тяжелым штукатурным слоем. По теплоизоляции устраивается толстый слой штукатурки. В этом случае необходимо усиленное армирование базового штукатурного слоя.

- трехслойная стеновая кладка: стена, теплоизоляция и облицовочный кирпич. Использование такого конструктивного решения является неэкономичным, так как дополнительная нагрузка на фундамент здания приводит к его удорожанию.

- навесные вентилируемые фасады (НВФ). Воздушная прослойка между утеплителем и защитным экраном способствует эффективному удалению влаги из утеплителя.

Эффективная теплоизоляция фасада возможна только снаружи, т.к. только в этом случае точка росы будет находиться не в конструкции, а в утеплителе, и будет выполняться условие паропроницаемости конструкций. Утепление фасада следует начинать с обследования состояния фасадных поверхностей и оценки степени их прочности. Выбор конструктивного решения фасадной системы зависит от плотности материала изолируемой поверхности.

При выборе проектных решений современных зданий городского типа для повышения энергоэффективности необходимо учитывать геометрию проектируемого здания, конструктивные особенности наружных стен и их теплоизоляцию. Здания, являясь геометрическими фигурами и объемными многоугольниками, формируя город, по-разному реагируют на природно-климатические факторы. Теплоустойчивость зданий напрямую зависит от их форм и объемов. Очевидно, что на объемы тепловых потерь влияют площади внешних поверхностей зданий, такие как стены, крыша и пол.

По данным [2] известно, что теплотери кубического или трехэтажного прямоугольного и одноэтажного вытянутого здания с

одинаковой отапливаемой площадью и отапливаемым объемом значительно отличаются. Анализ отношения площади тепловых потерь дома (наружных стен, крыши и пола под фундаментом) к его полезной площади дает оценку эффективности геометрической конструкции здания в аспекте тепловых потерь. Таким образом, было выявлено, что при расходе потерь тепла 100% для кубического трехэтажного здания, 117% составляют расходы тепла трехэтажного здания прямоугольной формы и 172% - тепло расходуется одноэтажным баракком. Результаты показаны на рис.2 [2]. Следовательно, наиболее низкий уровень теплотери можно наблюдать в многоэтажных зданиях с высокой компактностью.

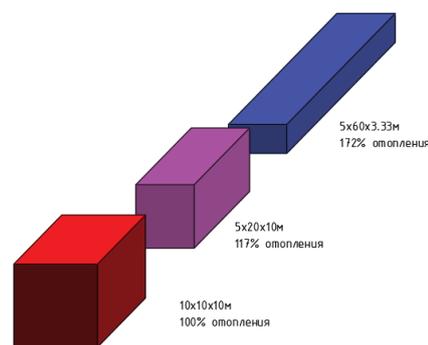


Рис. 2. Диаграмма теплотребления зданий различных архитектурных форм.

Проектирование компактных зданий характерно, как правило, современной застройке развитых городов с повышенной плотностью. Увеличение компактности подразумевает уменьшение площади наружных ограждающих конструкций при сохранении общей площади здания. Кроме того, в современных городах возводятся здания сложных архитектурных форм. Разнообразие геометрии зданий требует индивидуального подхода при утеплении наружных ограждающих конструкций. В связи с этим, учитывая технологию возведения зданий современных городов, для утепления наружных ограждающих конструкций необходимо на стадии проектирования проводить анализ теплоизоляционных материалов и их основных характеристик.

Основной характеристикой теплоизоляционных материалов является теплопроводность. Коэффициент теплопроводности λ - характеризует теплопроводность материала, он равен количеству теплоты, проходящей через материал толщиной 1 м и площадью 1 м² за час при разности температур на двух

противоположных поверхностях в 10°C. Измеряется в Вт/(м*К) или Вт/(м*С). Теплопроводность зависит от влажности материала (вода проводит тепло в 25 раз лучше, чем воздух, то есть материал не будет выполнять свою теплоизолирующую функцию, если он мокрый) и его температуры, химического состава материала, структуры, пористости. Информация о теплопроводности различных материалов представлена в виде таблицы 1 [9].

Таблица 1.

Теплопроводность материалов.

| Материал стены | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ⁰ С) | Требуемая толщина а, м |
|---|---|------------------------|
| Пенополистирол | 0,039 | 0,12 |
| Минеральная вата | 0,041 | 0,13 |
| Железобетон | 1,7 | 5,33 |
| Кладка из силикатного полнотелого кирпича | 0,76 | 2,38 |
| Клееный деревянный брус | 0,16 | 0,5 |
| Керамзитобетон | 0,47 | 1,48 |
| Газосиликат | 0,15 | 0,47 |
| Пенобетон | 0,3 | 0,94 |
| Шлакобетон | 0,6 | 1,88 |

В таблице представлены два параметра: коэффициент теплопроводности и толщина стены, которая потребуется для обеспечения оптимальной температуры внутри здания.

Проиллюстрирован очевидный факт: построить комфортное здание из однородных изделий, например, из полнотелых кирпичей, невозможно. Для этого потребуется толщина стены не менее 2,38м. Поэтому для обеспечения нужного уровня тепла в помещениях требуется теплоизоляция. И первым и важнейшим критерием ее отбора является коэффициент теплоизоляции. У современных изделий он не должен быть более 0,04 Вт/м°C.

Здания современных городов имеют компактную форму в плане и большую высоту. В связи с тем, что наблюдается уменьшение температуры наружного воздуха по высоте здания, особое внимание нужно уделить на теплопотери высотных зданий. На примере башни Эволюция Делового центра Москва-Сити были произведены расчеты теплопотерь разноэтажно расположенных помещений через наружное ограждение.

Теплопотери помещения за счет теплопередачи через наружные ограждения определяются суммированием потерь тепла

через каждое наружное ограждение, которые рассчитываются по формуле (1) [7]:

$$Q_{mn_i} = k_i * F_i * (t_B - t_H^x) * n_i * (1 + \sum \beta_i), \text{Вт} \quad (1)$$

где: $k_i * F_i * (t_B - t_H^x) * n_i$. - основные теплопотери;

- основные теплопотери;

k_i - коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/°С×м2;

F_i - площадь поверхности ограждения по наружному обмеру, м2.

t_B - расчетная температура внутри помещения;

t_H^x - температура наружного воздуха, на высоте hх;

β_i - надбавка к основным теплопотерям:

- на ориентацию по сторонам света: С, СВ, СЗ, В – 0,1; З, ЮВ – 0,05; Ю, ЮЗ – 0; - на угловые помещения 0,05 для каждого вертикального ограждения, если одно из них обращено на С,СВ,СЗ,В, или 0,1 - в других случаях;

n_i - коэффициент принимается в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, т.е. коэффициент, уменьшающий разность температур ($t_B - t_H$) для ограждений, не соприкасающихся с наружным воздухом;

- для наружных стен, окон, дверей, пола на грунте, бесчердачных покрытий - $n_i = 1$;

- для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов - $n_i = 0,6$;

- для чердачных перекрытий с кровлей из рулонных материалов - $n_i = 0,9$;

- для перекрытий над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами - $n_i = 0,75$.

Так как здание является многофункциональным, необходимо учитывать разные расчетные температуры внутреннего воздуха для основных помещений в холодный период года:

- Офисные помещения +20°C;
- Торговые залы, магазины +18°C;
- Залы ресторанов, кафе +18°C;
- Офисные помещения +20°C;
- Кухня ресторана +16°C;
- Холлы, коридоры +18°C;
- Технические помещения +10°C;

Технические помещения слаботочных систем +22°C

Санузлы +18°C;
Автостоянка +5°C.

При этом расчетная средняя по зданию внутренняя температура в холодный период принималась +20°C.

По расчетам теплотерьер помещений здания построен график (рис. 3)

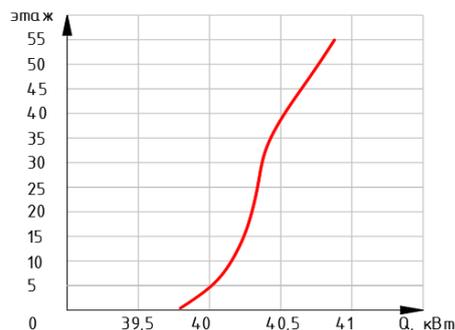


Рис. 3. Теплотерьеры разноэтажно расположенных помещений башины Эволюция для города Москвы.

Из графика видно, что теплотерьеры здания увеличиваются зависимости от высоты здания. Этому способствует понижение температуры и увеличение скорости ветра по высоте здания [4]. Приведенные данные необходимо учитывать при расчете теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий городского типа.

В результате анализа и исследований можно сделать следующие выводы:

1. В связи с тем, что около 50 % тепла теряется из здания через наружные ограждающие конструкции, основным способом повышения энергоэффективности зданий является совершенствование современных технологий теплоизоляции фасадов и создание новых энергоэффективных теплоизоляционных материалов;

2. При принятии архитектурных и объемно-планировочных решений современных зданий необходимо принимать во внимание объемную пластику фасадов: оптимизировать форму зданий путем уменьшения площади наружных ограждающих конструкций с целью уменьшения тепловых потерь через них.

3. При разработке конструктивных решений и утепления наружных стен и фасадов многоэтажных зданий учитывать изменение природно-климатических факторов по высоте здания.

Литература:

1. Пантелеев В. П. Энергообеспечение жилищного комплекса от альтернативных источников энергии: Справочно-методическое пособие/В.П. Пантелеев, И.А. Аккозиев,

И. И. Галанина, Д. Сулайманова. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2009 – 212 с. с.37

2. Волков А.А., Гиясов Б.И., Челышков П.Д., Седов А.В., Стригин Б.С. Оптимизация архитектуры и инженерного обеспечения современных зданий в целях повышения их энергетической эффективности. Научно-технический вестник Поволжья 2014г. № . С.111-114.

3. СП 131.13330.2012. «Строительная климатология». М.: ФГУП ЦПП, 2012 - 113 с.

4. Малявина Е. Г. Теплотерьеры здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007 - 144 с., с. 87

5. Самарин О.Д. Нормирование энергопотребления здания с учетом теплопоступлений от солнечной радиации. // Жилищное строительство. 2013, № 1, с. 32 – 33.

6. Гиясов Б.И. Влияние жарко-штилевого климата на ограждающие конструкции и микроклимат жилых зданий : автореф. дисс. канд. техн. наук. М., 2000. 24 с., с. 5-7.

7. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». М.: ФГУП ЦПП, 2012. - 95 с.

8. Воздействие ветра на здания и сооружения/Э. Симиу, Р. Сканлан; Перевод с английского Б.Е. Маслова, А.В. Швецово; Под редакцией канд. техн. наук Б. Е. Маслова. - Москва: Стройиздат, 1984. - 360 с., ил. — Перевод изд.: Wind Effects on Structures/Е. Simiu, R. Scanlan (1978), с. 95-101.

9. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов [Текст] / Д-р техн. наук проф. А. У. Франчук ; Госстрой СССР. Науч.-исслед. ин-т строит. физики. - 2-е изд., с изм. и доп. - Москва : Отд. информ.-изд. и патентно-лиценз. работы, 1969. - 142 с.; с. 25-36.

ТАҲЛИЛИ ГАРМИМУҲОФИЗИИ БИНОҲОИ ШАҲРВАНДИИ ШАҲРҲОИ МУОСИР

И.В. Гиясова

Вазифаи баланд бардоштани энергосамараноккии биноҳо амалӣ сохтан бо роҳи кам кардани гармихрочӣ дар дохили биноҳо ва самараноккии энергия истифодабарӣ муҳим ба ҳисоб меравад. Ҳалли он бо назардошти хусусиятҳои табиӣ омилҳои иқлимӣ дар бино, дар навбати аввал, иҷрои дурусти гармимуҳофиз намудани деворҳои ихтотавии беруна, дар навбати дуввум, истифодаи масолеҳи аз ҷиҳати гармимуҳофизӣ самаранок аст. Моҳиятан биноҳо аз ҷиҳати ҳаҷм ва шаклҳои геометрии фарқкунандаанд, ба таври гуногун муносибат ба омилҳои табиӣ иқлимӣ воқунӣ

нишон медуҳанд, зеро муқовимати гармии онҳо аз шаклу ҳаҷм мустақиман вобаста аст. Дар мақола таҳлилҳо нисбати гармиустувории биноҳои шаҳр вобаста аз шакл ва ҳаҷми геометрии онҳо иҷро карда шудааст. Дар мисоли манораи эволютсионии Маркази байналмилалӣ тичоратии Москва-Сити талафоти гармии ҳуҷраҳои дар баландҳои гуногуни ошӯна ҳисоб карда шуда, тағйирот дар омилҳои асосии иқлимӣ вобаста аз баландии объект муайян карда шуданд.

Калимаҳои калидӣ: бино, гармимуҳо-физӣ, энергияистифодабарӣ, майдончаи сохтмон, гармихурҷӣ, конструксияҳои ихотаваӣ, гармигузаронӣ.

THE ANALYSIS OF THERMAL INSULATION OF CIVIL BUILDINGS IN MODERN CITIES

I.V. Giasova

Improvement of energy efficiency of buildings by minimizing heat loss inside the premises and optimizing energy consumption is an urgent problem. The solution of the problem requires consideration of the impact of climatic factors on buildings - firstly, it is necessary to ensure safe thermal insulation of external walls,

АНАЛИЗ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ СЕЛЬСКИХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

М. М. Почцов, П. С. Хужаев

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В работе рассматриваются теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций, существующих сельских жилых зданий некоторых регионов Республики Таджикистан. Приводится анализ фактического термического сопротивления наружных ограждений и их отклонения от норм теплозащиты.

Ключевые слова: *наружные ограждающие конструкции, термическое сопротивление, теплозащитные свойства.*

Горная часть Республики Таджикистан составляет около 93% его территории. Населенные пункты расположены на различных по отметкам высотам над уровнем моря. Строительство в регионах отличается не только по архитектурному оформлению здания, планировке, но и по используемым строительным материалам, стилям и традиционному оформлению.

Строительство зданий в южных горных районах Таджикистана отличается большим количеством комнат в жилом здании, причем планировка здания - коридорное. Обращая внимание на старые застройки, можно

and secondly, to use effective thermal insulation materials. Being essentially volumetric geometric figures of various shapes, buildings react differently to climatic factors, as their heat resistance directly depends on the shapes and volumes. The article analyzes the dependence of the heat resistance of urban buildings on their geometric shapes and volumes. Using the example of the Evolution Tower of the Moscow International Business Center Moscow-City, the heat loss of rooms located on floors with different heights was calculated and changes in the main climatic factors in terms of the height of the object were revealed.

Key words: buildings, heat insulation, heat consumption, development, heat loss, building envelope, heat conductivity.

Сведения об авторе

Гиясова Ирина Викторовна – к.э.н., доцент кафедры "Проектирование зданий и сооружений", Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ). Тел.+79106516352. E-mail: timrus64@mail.ru

увидеть, что размеры окон маленькие, высота помещения также незначительное, большее количество оконных проемов обращено на юг. В каждом селении имеет место присущее только этому селению особенности в строительстве и оформлению жилого здания. В старых застройках в наружных стенах со стороны помещения расположены ниши глубиной до 400 мм. В этих нишах хранятся посуда, украшения, хрусталь и т.д.

Установка ниш, с одной стороны, позволяет в помещении иметь полочки для содержания предметов обихода, но с другой стороны, является причиной снижения теплоизоляционного качества ограждающей конструкции.

Строительство жилых зданий в Горно-Бадахшанской области особенное. Жилое здание строится из местного строительного материала - плоских камней и имеет практически одну большую комнату. Габариты здания могут быть разными. Наружные стены после возведения покрываются выравнивающим слоем из местной глины, что сокращает проникно-

вление наружного воздуха в помещении. В старых застройках оконных проемов в наружных стенах не устанавливается. Большое помещение перекрывается деревянными балками и удерживается пятью деревянными стойками. Перекрытие здания имеет небольшой теплоизоляционный слой, и по центру расположен световой фонарь. Световой фонарь используется также и для вентиляции помещения и для установки в нем дымовой трубы отопительной печи. Световой фонарь может быть закрыт наглухо, что не позволяет наружному воздуху проникать в помещение. Следует отметить и наличие дополнительного помещения (на подобие неотапливаемой веранды), служащего как тамбур [1],[2].

Наружные стены. Сельские жилые здания регионов Республики Таджикистан отличаются друг от друга тем, что они в основном строятся из подручных (местных) строительных материалов.

Жилые здания в Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) в основном строят из камня толщиной от 0.2 до 0.4м и штукатурят с обеих сторон смесью глины и соломы. Связующей при возведении стены служит глина или цементно-песчаный раствор (рис 1).

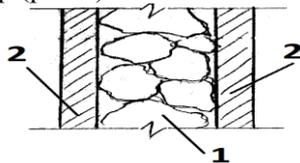


Рис.1. Наружная стена из камня (Шугнанский район)

1- Камень .2- Раствор глины с соломой.

В районах Хатлонской области стены воздвигали, но и сейчас в основном в отдаленных районах воздвигают из глины (рис. 2) толщиной до 0.5 м. Стену воздвигают в несколько этапов по 0.5-1.0 м в высоту за раз, т.к. глина вязкая и эластичная по своей сути. Поэтому стена состоит из 3 и более слоев в высоту. Каждый слой должен высохнуть, перед тем как начинают накладывать следующий слой. Снаружи и из

внутренней стороны стену штукатурят смеси глины с соломой.

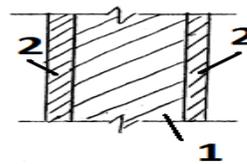


Рис.2 Наружная стена из глины (Шаартузский район)

1. Стена из глины 2. Штукатурка

Основным слоем также могут служить необожженные глиняные кирпичи (рис. 3). Последним наносят слой штукатурки.

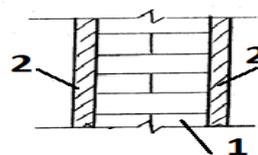


Рисунок 3 - Наружная стена из глиняного кирпича (Айтский район)

1. Стена из глиняного кирпича 2. Штукатурка



В Центральных районах и в Согдийской области используют почти все виды конструкций стен, чердачных перекрытий и полов. Стены делают как из камней, глины так и из кирпичей любого вида. В районах, где есть камыш или стебли хлопчатника, его используют в качестве теплоизоляционного материала. Для устойчивости стен перед их воздвиганием строят каркас из деревянных балок и досок (рис.4). Пустота заполняется кирпичами или глиняными шариками диаметром 20-25 см. Штукатуркой служат растворы как из глины с соломой, так и цементно-песчаные.



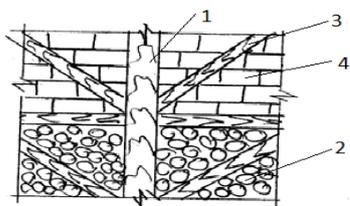


Рис.4. Каркасная стена из глиняного кирпича (Айтский район)

1. Балка 2. Шарик из глины 3. Доски
4. Кирпичи из глины

Полы. В жилых домах, построенных в ГБАО, полы в основном находятся на грунте (рис.5). На грунт высыпают слой из щебня или гравия, на него наносится слой смеси глины со щебнем, а поверх слой глины с соломой. Последний слой «намад» изготавливается из шерсти крупного рогатого скота, что дает ощущение тепла.

Полы домов Хатлонской области бывают различной конструкции как на грунте, так и на лагах. Для пола на грунте используют в основном мелкие камни (щебень или гравий), поверх которого наносится слой глины с соломой, и наносят стяжку из цементно-песчаного раствора. Пол покрывают 2-3 слоями марли, которые между собой и полом «клеят» с помощью краски.

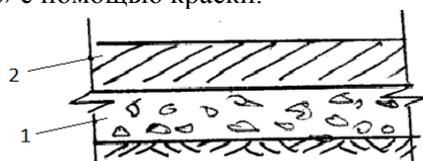


Рис.5. Конструкция пола на грунте
1. Щебень или гравий 2. Раствор глины с соломой.

Другая конструкция пола на грунте состоит из мелких камней (щебня или гравия) и толстого слоя глины с соломой. Пол на лагах состоит из балки (лаги), досок, а теплоизоляцией служит слой щебня и воздушная прослойка.

В Согдийской области и в центральных районах пол в основном делают на лагах (рис.6). Лаги устанавливаются на кирпичках, а на них доски. Теплоизоляционным материалом служит щебень, гравий или деревянные стружки, насыпанные на грунт.

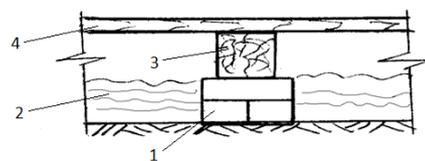


Рис.6. Конструкция пола на лагах
1. Кирпич 2. Щебень или гравий 3. Лага
4. Доска.

Чердачное перекрытие. В ГБАО для чердачного перекрытия дома используют балки длиной в ширину дома, на него укладываются доски плотно друг к другу и укрепляются гвоздями (рис.7). Поверх досок укладывают слой кустарника (в разных районах разные), а поверх него раствор глины со щебнем, последний слой - штукатурка из смеси глины с соломой.

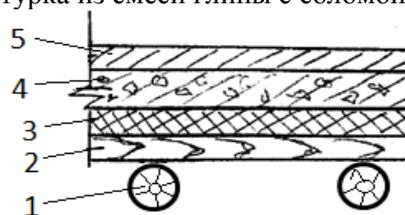


Рис.7.

Чердачное перекрытие без обшивки
(Шугнанский район)

1. Балка 2. Деревянная доска 3. Кустарник 4. Раствор из глины и щебня
5. Раствор из глины соломой

В Хатлонской области конструкции чердачного перекрытия используют балку, на которую раскладывается несколько слоев камыша (крестообразно), поверх камыша картон и сверху наносится слой глины с соломой (рис.8). Для улучшения теплоизоляции (создания воздушной прослойки) и вида потолка его обшивают фанерой.

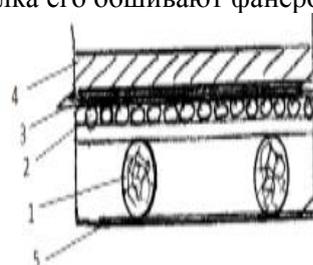




Рис.8. Чердачное перекрытие с обшивкой (Гиссарский район)

1. Балка 2. Камыш 3. Картон 4. Раствор глины с соломой 5. Фанера.

В Согдийской области чердачное перекрытие делают из балки, досок, поверх досок стелют 1-2 слоя толя, последний слой - раствор глины с соломой. Потолок обшивают фанерой. Во многих отдаленных домах после настилающего слоя рубероида укладывают толстый слой рисовой соломы и сверху слой глиняной стяжки.

Окна и двери. Окна существующих сельских жилых зданий в основном одинарные, со множеством щелями. Зимой многие хозяева обивают окно слоем полиэтилена. Конструкции двери деревянные, негерметичные.

Основные недостатки конструкций наружных ограждений, существующих сельских

жилых зданий, заключается в отсутствии теплоизоляционного слоя. Как видно из приведенных выше примеров, только конструкции чердачного перекрытия некоторых районов имеют теплоизоляционный слой из местных материалов, но толщина этого слоя недостаточна для тепловой защиты. В таблице 1 приведены результаты расчета фактического термического сопротивления теплопередаче основных наружных ограждений, их отклонений от нормы тепловой защиты и необходимости в повышении термического сопротивления теплопередаче [1],[2].

Проведенное исследование существующих зданий, расположенных в различных горных регионах Таджикистана, показали на разнообразии конструктивных, конструктивно-планировочных решений ограждающих конструкций. Во всех случаях осталось без достаточного внимания - решение надежного теплоизоляционного качества ограждающих конструкций, позволяющее довести энергетические затраты потребителя по обеспечению должного микроклимата в помещении до минимума. Потенциал сокращения энергопотребления существующих сельских жилых зданий путем экономически обоснованного дополнительного утепления наружных ограждений составляет около 30-65%.

Таблица 1.

Фактические термические сопротивления теплопередаче основных наружных ограждений сельских жилых зданий и их отклонение от нормы тепловой защиты.

| Климатический район | Наружные ограждающие конструкции | Фактическое термическое сопротивление, $R_{\text{ф}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ | Нормируемое термическое сопротивление, $R_{\text{норм}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ | Отклонение $R_{\text{ф}} - R_{\text{норм}}$ | Необходимость в теплоизоляции |
|---------------------|---|--|---|---|-------------------------------|
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| г. Хорог | Наружная стена из камня ($\delta=500\text{мм}$) | 0,57 | 2,3 | -1,73 | Да |
| р. Шахри Тус | Наружная стена глинобитная ($\delta=450\text{мм}$) | 0,84 | 1,5 | -0,65 | Да |
| р. Ашт | Деревянно-каркасная наружная стена из глиняного обыкновенного кирпича ($\delta=150\text{мм}$) | 0,42 | 1,83 | -1,41 | Да |
| г. Хорог | Чердачное перекрытие без обшивки с местным теплоизоляционным слоем ($\delta=50\text{мм}$) | 1,2 | 3,15 | -1,95 | Да |
| р. Гиссар | Чердачное перекрытие с обшивкой и глиняно-соломенной обмазкой ($\delta=50\text{мм}$) | 0,82 | 2,09 | -1,27 | Да |

Литература:

1. Строительные нормы и правила Республики Таджикистан МҚС ҚТ 23-02-2009 «Тепловая защита зданий»./Агенство по строительству и архитектуре при Прави-

тельстве Республики Таджикистан/. – Душанбе: Издательство «Сомон-граф», 2014. – 50с.

2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. Учебник для вузов.- 2-ое изд., – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.

**АФЗУНКУНИИ ХУСУСИЯТҲОИ
ГАРМИМУҲОФИЗИИ
КОНСТРУКСИЯҲОИ БЕРУНАИ
БИНОҲОИ ИСТИКОМАТИИ ДЕХОТ**

М.М. Поччоев, П.С. Хуҷаев

Дар мақола хусусиятҳои гармингоҳдорӣ конструкторҳои берунаи биноҳои истиқомати мавҷудаи деҳоти баъзе манотиқи Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Таҳлили муқовимати ҳарорати ҳақиқӣ ва таъмоюли онҳо аз меъёри гармингоҳдорӣ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: конструкторҳои ихотаваӣ, муқовимати термикӣ, хусусиятҳои гармингоҳдорӣ.

**ANALYSIS OF THERMAL PROPERTIES
OF EXTERNAL FENCES OF RURAL
RESIDENTIAL BUILDINGS**

M.M. Pochayev, P.S. Khujayev

In this article considered the thermal performance of the building envelope of the

existing rural residential houses of several regions of the Republic of Tajikistan. Analyzed real thermal resistance of the building envelope and their deviation from the norm of thermal performance.

Keywords: external enclosing structures, thermal resistance, heat-protective properties

Сведения об авторах:

Поччоев Мирзоқурбон Мирзобурхонович – старший преподаватель кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» факультета «Строительство и архитектура» ТТУ имени академика М.С. Осими.

Хуҷаев Парвиз Саидгуфронвич – к.т.н., и.о.доцента кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» факультета «Строительство и архитектура» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: parviz0774@inbox.ru

УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ ВОДЫ В ГОРОДСКИХ СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье рассматриваются проблемы в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Отражены решения проблемы утечки воды. Дана информация о клапанах для регулировки давления фирмы ДОРОТ.

Ключевые слова: водопроводная система, давление, трубопровод, потеря напора, клапана для регулировки давления фирмы «ДОРОТ».

Современный этап развития водоснабжения характеризуется старением инженерной инфраструктуры городов и поселений. Особую актуальность для сокращения водопотребления, устранения непроизводительных затрат и потерь воды приобретают вопросы оценки и управления неучтенными расходами и потерями воды, поскольку они оказывают существенное влияние на качество и себестоимость услуг водоснабжающих предприятий [1,2,3].

Производство питьевой воды всегда превышает размер суммарной рациональной потребности, что обусловлено целым рядом причин технического характера, а также бесполезным потреблением и неучтенными расходами воды [5].

Потери воды есть во всех системах подачи и распределения воды, изменяется только их

объем. Результатом высокого размера потерь воды становятся рост прямых эксплуатационных затрат, ухудшение финансово-экономических показателей деятельности предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ), перегрузки мощности сооружений и возникновение искусственных дефицитов воды, т.е. прямое ухудшение качества оказываемых услуг. Кроме того, ухудшается экологическая обстановка вследствие отрицательного воздействия на здания, сооружения, инженерную инфраструктуру города утечек из водонесущих коммуникаций, приводящих к подтоплениям и размывам грунта [4].

Хозяйственное значение снижения потерь воды заключается в том, что оно не только обеспечивает экономию значительных материальных и энергетических ресурсов, создает условия для снижения капиталовложений или отнесения их на более отдаленные сроки, но и одновременно способствует решению задачи охраны и защиты водных ресурсов от истощения и загрязнения. Следствием всех видов потерь воды является и то, что для обеспечения нормального снабжения потребителей водой необходимо наращивать мощности систем водоснабжения опережающими темпами, что вызывает необходимость

отвлечения значительных дополнительных капитальных вложений, а также материальных и трудовых ресурсов. Очевидно, что эффективно работающая система водоснабжения должна иметь систему управления всеми компонентами потерь воды.

При реализации методики управления потерями воды следует учитывать, что для каждой водопроводной системы существует уровень утечек, ниже которого дальнейшие вложения инвестиций в снижение издержек являются неэкономичными. Другими словами, стоимость сэкономленной воды меньше, чем расходы на дальнейшее снижение утечек. Это так называемый экономичный уровень утечек [6].

Большинство городских систем водоснабжения было построено много лет назад, они развивались параллельно с ростом городов. Многие участки были построены десятки лет назад, а некоторые даже сотни.

Со старением водопроводной системы увеличиваются утечки воды через соединения, проржавевшие участки, трещины, неисправные фитинги. Количество дефектных мест велико и их трудно обнаружить.

Следствием утечек является большая потеря питьевой воды, в некоторых случаях достигающая значительных процентов от общего количества дорогостоящей очищенной и прошедшей подготовку воды.

Для решения этой проблемы можно:

а) заменить старые изношенные сети. Это решение требует больших капиталовложений и создает серьезные помехи в повседневной жизни города из-за неизбежного большого количества земляных работ.

б) обновление трубопроводов внедрением в них внутренних линий – возможно в отдельных случаях.

в) Уменьшение снижения давления в сети до минимально требуемого уровня сводит к минимуму потери воды.

Как уменьшение давления препятствует чрезмерным потерям?

Исследования последних лет доказали, что в большинстве обычных систем водоснабжения имеется линейная зависимость между давлением в сети и объемом потерянной воды. Другими словами, уменьшение давления на 20% приведет к такому же снижению потерь! Можно ли уменьшить давление в городской системе водоснабжения? Обычно давление в сети рассчитывается таким образом, чтобы удаленные от насосных станций и/или районы, расположенные высоко, полу-

чали минимальное давление, необходимое для подачи требуемого количества воды.

Как результат, ближние к насосным станциям и низко расположенные районы получают воду под давлением, намного превышающим требуемое для нормального водоснабжения.

Уменьшение давления воды в этих районах:

а. сэкономит воду из-за уменьшения утечек (как описано выше).

б. улучшит равномерность распределения воды.

в. уменьшит частоту разрывов труб и возникновения новых протечек.

Можно ли оптимизировать давление с помощью стандартных клапанов, регулирующих давление? Очевидно, что невозможно уменьшить давление в магистральных трубопроводах, так как при этом в удаленных районах давление упадет ниже минимума. Однако во всех ответвлениях от магистрали, получающих повышенное давление, можно его снизить до минимального уровня.

Все ответвления проектируются так, чтобы подать в обслуживаемый район воду с определенным расходом. При этом давление на входе в участок должно быть таким, чтобы обеспечить требуемый расход воды в его конце.

В часы низкого потребления (ночью) расход воды минимален, и потери на трение в трубах уменьшаются. Уменьшение давления в этот период не приведет к потере давления в конце линии, но зато уменьшит потери воды из-за утечек. Такую задачу можно решить с помощью различных типов регуляторов, уменьшающих давление воды или изменяющих его в соответствии с текущим расходом или временем суток.

Основной причиной низкой надежности трубопроводов являются неудовлетворительные условия эксплуатации, низкое качество строительно-монтажных работ, труб и, соответственно, их раннее старение. Существенными факторами являются условия прокладки, окружающая среда (городское движение транспорта, наличие блуждающих токов, подземных вод, высокое давление в сети и др.). К наиболее часто встречающимся дефектам водопроводных труб, приводящим к утечкам воды, относятся:

- свищ с инфильтрацией воды;
- свищ без инфильтрации воды;
- расхождение сварных стыковых соединений без инфильтрации;

- расхождение сварных стыковых соединений с инфильтрацией;
- свищевые повреждения, устраненные чопами;
- известковые отложения на стенках трубопроводов;
- трещина в полиэтиленовой трубе;
- перелом чугунной трубы;
- зазор в раструбном соединении трубы;
- сколы в железобетонной трубе.

Для повышения надежности трубопроводов и сокращения потерь воды на водопроводных сетях проводятся такие мероприятия, как использование перспективных бестраншейных технологий восстановления и прокладки, электрохимическая защита стального трубопровода, внедрение современной запорно-регулирующей и предохранительной арматуры, оптимизация режимов работы системы водоснабжения, внедрение автоматизированной информационной системы.

ДОРОТ производит и поставляет различные типы уменьшающих давление клапанов, которые монтируются в местах примыкания ответвлений к центральным магистралям. Эти клапана диаметром от 40 до 700 мм управляются диафрагменным регулируемым пилотным устройством, позволяющим точное поддержание давления после клапана независимо от давления до него и от колебаний расхода.

Чрезвычайная простота клапанов обеспечивает легкость инсталляции, регулировку давления, текущее обслуживание без демонтажа, которое может быть выполнено неквалифицированным персоналом, использующим обычные инструменты. Рабочее давление стандартных клапанов от 0,2 до 16 АТ, что позволяет использовать клапана в любой нормальной сети. Также имеются модели клапанов с рабочим давлением до 25 АТ.

Уникальная конструкция клапанов фирмы Дорот позволяет точную регулировку в условиях очень сильного изменения расхода воды. Сильное изменение расхода-обычные условия работы городских водопроводных сетей. Когда высокое давление магистрального трубопровода снижается до низкого в ответвлении, могут создаваться условия для кавитации. Клапана Дорот имеют исключительно низкий индекс кавитации, так что их износостойкость такая же, как и при обычной работе. Для работы в тяжелых условиях кавитации Дорот дополнительно поставляет клапана с корпусом из литой бронзы.

Вариант клапана с электрическим управлением позволяет задать два (или

больше) установочных значения давления для различных частей дня или ночи.

Контроллер, добавленный к базовой комплектации, позволяет задавать различные значения давления в различные часы и дни недели. "Умное" управление позволяет также автоматическое изменение давления в соответствии с изменениями расхода.

Уникальный клапан модели НуMod регулирует давление в зависимости от изменения расхода без подключения к источнику электричества или к компьютеру.

Литература:

1. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. / Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. – М., Стройиздат, 1987. – 216 с.
2. Устранение потерь воды при эксплуатации систем водоснабжения. / Кожинов И.В., Добровольский Р.Г. – М. Стройиздат, 1988. – 148 с.
3. Передовые технологии в водопроводно-канализационном хозяйстве Санкт-Петербурга/Кармазинов Ф.В. // Журн. "Водоснабжение и санитарная техника", № 1,1997. – 16с.
4. Проблемы экономически эффективного и экологически безопасного водопользования и водопотребления в зоне формирования стока / И.И. Саидов, З.В. Кобулиев // Вестник Таджикского национального университета. Серия естест. наук. - Душанбе «СИНО», 2012. - №1/2(81). -С.32-37.
5. Определение мест повреждений водопроводных сетей акустическими средствами с учетом топологии / Курганов А.М., Лебедев А.Ю., Лебедев Ю.Н. // Докл. 60-ой научн. конф. СПбГАСУ СПб, 2003.
6. Lambert A and Lalonde A (2005). Using practical predictions of Economic Intervention Frequency to calculate Short-run Economic Leakage Level, with or without Pressure Management.Proceedings of IWA Specialised Conference 'Leakage 2005', Halifax, Nova Scotia, Canada.

КАМ КАРДАНИ ТАЛАФОТИ ОБ ДАР СИСТЕМАИ ОБТАЪМИНКУНИИ ШАХР О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова

Дар мақола мушқилот дар системаҳои таъмини оби нӯшоқӣ муҳокима карда мешаванд. Роҳҳои ҳалли проблемаи талафоти об нишон дода шудааст. Маълумот дар бораи арматура барои танзими фишор ДОРОТ дода шудааст.

Калимаҳои калиди: системаи обтаъминкунӣ, фишор, кубур, талафоти фишор, арматура барои танзими фишори ширкати «ДОРОТ».

REDUCING WATER LOSSES IN URBAN WATER SUPPLY SYSTEMS

O.H. Amirzoda, B.Kh. Badavlatova

The article discusses the problems in drinking water supply systems. Reflected solutions to the problem of water leakage. Information on valves for adjusting the pressure of DOROT is given.

Key words: water supply system, pressure, pipeline, pressure loss, valves for adjusting the pressure of «DOROT» company.

Сведения об авторах:

Амирзода О.Х. – к.т.н., доцент, заведующий отделом по управлению вторым проектом водоснабжения города Душанбе.

Бадавлатова Б.Х.- аспирантка кафедры “Водоснабжения и Водоотведения” ТТУ имени академика М.С.Осими, тел: +(992) 88-440-80-02. E-mail: bbadavlatova@mail.ru

ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ГОРОДОВ ТАДЖИКИСТАНА

С.Р. Мукимова, Р.К. Мухиддинова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматриваются природно-климатические условия Таджикистана, такие как рельеф, водные источники, растительность и почва, которые определяют архитектурно-ландшафтную организацию городов. Особенные трудности для формирования ландшафта городов определяют острую необходимость изучения возможностей его совершенствования для создания комплексного благоустройства.

Ключевые слова: *природно-климатические, рельеф, архитектура, архитектурно-ландшафтная.*

Средняя Азия - одна из величайших красот земного шара. Один из первых исследователей и первооткрывателей этого прекраснейшего уголка И. В. Мушкетов в своём произведении написал следующее: «по исключительным особенностям Средняя Азия представляет, как бы отдельный материк, залегающий среди другого более обширного и во всем отличающемся от него» [1, с. 2]. И в действительности, Средняя Азия, имея богатое историческое прошлое и контрастную живописную местность, заманивала к себе многих конца XIX первооткрывателей и научных исследователей, а также экспедиции, начиная с века, для обширной изученности, познания местности и открытия тайн, которые хранились здесь с древнейших времён. Одна из республик Средней Азии, хранящая в себе архитектурно - историческое прошлое, природно-географические условия и культурно - этнические ценности, написанные в произведениях знаменитых писателей как: Захриддин Мухаммад Бабур (XVIв.), Носир Хисрав, Абурайхон Беруни (X-XIв.), Абуали ибн Сино, неизвестный автор произведений «Худуд ал-Алем» (982г.), до- революционные и послереволюционные

ученые И. Г. Дорофеев, Н. И. Горбунова, А. Е. Ферсман, И. Я. Райков, К. Ф. Бутенова, А. П. Федченко, И. А. Маев. В. Ф. Ошанин, И. В. Мушкетов, Д. Л. Иванова, С. И. Коржинский, В. И. Липский, В. Н. Вебер, В. Л. Комаров, Д. Л. Наливкин [2, с. 4] и другие, является Таджикистан.

Таджикистан - высокогорная республика среди других стран Средней Азии. Она расположена в горной части Центральной Азии между 36°40' и 41°05' северной широты и 67°31' и 75°14' восточной долготы, с общей площадью 143.1 тыс. километров [3, с. 3]. Протяженность границ Таджикистана на севере составляет 630 км. с Кыргызстаном, на северо- западе 910км. с Узбекистаном, на юге 1030 км. с Исламской Республикой Афганистаном и на востоке 430 км. с Китайской Народной Республикой [4, с. 8]. Горная часть страны, имея мощные сильно расчленённые хребты, занимает 93% территории, а равнина всего 7%. Горы республики принадлежат трем системам: Гиссаро – Алайской, Тянь – Шанской и Памирской, где Гиссаро – Алайский горная система охватывает центр территории, куда входят четыре больших хребта: Туркестанский, Зеравшанский, Гиссарский и Алайский. Памирские горы занимают юго-восточную часть, а северную часть страны охватывают Кураминские и другие хребты, относящиеся к западной Тянь- Шанской горной системе. Таджикистан находится на высоте 750-930 метров над уровнем моря в густонаселённой и плодородной Гиссарской долине, а растянутость его с запада на восток 700 километров и с севера на юг 350 километров, встречает на своём пути почти все разновидности природно-климатических условий, которые свойственны Средней Азии. Природа края отличается

разнообразием, резкими контрастами и наличием уникальных ландшафтов. Климат Таджикистана резко континентальный. Здесь соседствуют субтропическая жара межгорных долин и арктический холод высокогорных плато. Полное историко-географическое, природно – климатическое положения территории, а также социально-экономические предпосылки играют существенную роль в формировании архитектурного и комплексного благоустройства городской среды.

Рельеф – Особенности природно - географического положения территории Республики Таджикистан определяются вдали от океанов, в зоне пустынь Евразии [2, с. 27]. Как было отмечено выше, Таджикистан - горная страна. Рельеф местности неоднороден, он сильно расчленен, ведь большой коэффициент республики составляет высокогорье, низнегорье, впадины, дашты, адыры, и характерно им присуждать «поэтажную» смену рельефа. Можно выделить четыре основных яруса: предгорный, низнегорный, среднегорный и высокогорный. Каждый из этих ярусов охватывает определённый участок территории, исключая Восточный Памир, где отсутствует четырёхэтажный ярусный рельеф. Предгорный ярус хорошо выражен в Гиссарской, Вахшской, Ферганской и Пенджикентской впадинах. Холмистые и грядовые возвышенности, так называемые адырами, очень типичны для предгорного яруса. Адырный рельеф в Гиссарской впадине, начиная с 900 метров, кончается на высоте 1500-1800 метров. До 2000 – 2300 метров расположен низнегорный ярус, где заметно резкое возрастание крутизны склонов на более 35°, видны вытянутые гряды и обнажённые скальные породы. Среднегорный ярус, который расположен выше низнегорного, выражен в областях, испытавших древнее оледенение и сильную эрозию, например, в горах междуречья Сурхоба и Кызылсу, Зеравшанском хребте, в бассейне Обинхингоу, Яхсу. Этому ярусу характерны глубоко расчленённые склоны с корытообразными долинами. Высокогорный ярус относится к осевым частям хребтов Гиссаро – Алая и Западного Памира, которые расположены на высоте 3400 метров. Этот ярус, где место современных ледников и вечных снегов, отличается максимальной крутизной и расчленённостью склонов. Стоит отметить, что высота вершин начинается от

6000 метров и выше, а пиковая точка страны достигает 7495 метров. Дорога здесь затруднённая и проходит через перевалы только в летнее время года. Дашты – плоские речные, аллювиальные террасы, почти высотой от 200-300 до 700-1000 метров, хорошо видны в долинах Гиссаро – Алайских гор. Большинство кишлаков и все города республики располагаются в предгорном и частично в низнегорном ярусах. В среднегорье и высокогорье находятся лишь мелкие поселения [2, с. 20].

Водные источники – Вода, как один из главных источников жизни, играет огромную роль в обеспечении всех живых существ, живущих на Земле. Общее количество природной воды на Земле составляет 1386 млн. км³. В основном (свыше 97.5%), это солёные воды. Количество пресной воды – 35 млн км³ [5, с. 129]. Несмотря на свои сложные местоположения местности с учётом климата и орографии, Таджикистан является полноводной страной Средней Азии и крупным центром оледенения в Центральной Азии. Имея многолетние ледники, крупные озёра, большие и мелкие реки, бассейны, а также искусственные водоемы и водохранилища, обеспечивает себя и спасает долины соседних государств от безводья. Ледники как естественное богатство и главный источник питания рек, занимают 8,4 тыс. км(квадратных), что составляет 6% территории страны, образуются они на высоте 3500 - 5300 метров. Среди ледников Грум- Грижмайло, Гармо, Большой Саукдара самым крупным считается ледник Федченко с длиной 70 км, с шириной в 2км и с максимальной толщиной в 1 км. Ледники Таджикистана играют важную роль в жизни среднеазиатских республик, отличающихся засушливым климатом [2, с. 34]. Питаемые реки страны являются основным источником пополнения Аральского моря. Несут жизнь для развития ряда отраслей в стране и в низерасположенных государствах, таких как сельское хозяйство и гидроэнергетика. По количеству насчитывается более 1000 рек протяженностью более 10 км. [3, с. 3]. Общая длина рек составляет 28500 км. Крупными считаются Пяндж протяженностью 921 км с южной части страны, река Вахш протяженностью в 525 км, Сырдарья в северной части длиной в 195 км, слияние рек Вахш и Пяндж, многоводная река Амударья, река Зеравшан, Кафирниган, которая течёт по центру страны. Вступая в предгорные

равнины, каждая из этих рек меняет свой характер, разбиваясь на протоки, делается шире, а течение становится спокойным. Водосборными реками считаются Сырдарья, Зеравшан, Вахш и Пяндж, возникшие в результате землетрясений, горных обвалов, и в легкоразмываемых породах озёра имеют разную величину и глубину. По происхождению котловин озера делятся на тектонические, ледниковые, завальные, карстовые, пойменные. Их численность небольшая по республике. Озеро Каракуль площадью 380 кв. и глубиной 240 м, Сарезкое озеро глубиной 500 м. «Искусственные моря» - Фархадское, Кайракумское и Головное водоемы созданы для нормального режима работы турбин, способствующих орошению и водоснабжению, и развитию судоходства [2, с. 33].

Помимо поверхностных вод, не менее важным источником водопотребления являются подземные воды. Общие перспективные запасы их достигают 1000 м³/сек., что равно среднему расходу самой крупной реки Средней Азии - Амударьи.

Растительность - Таджикистан является горной страной с перепадами рельефа и неоднородностью природно-климатических условий, которые создают благоприятный фон несравненно богатой и разнообразной флоры местности. Растительный мир страны богат своим разнообразием. Флора Таджикистана насчитывает свыше 5000 видов высших растений, из которых сформировался целый ряд своеобразных, интересных типов растительности [7, с. 19]. Здесь можно встретить представителей северных, южных, западных и восточных пород. Также Таджикистан является одним из первых центров распространения культурных злаков, как пшеница и рожь. Приспосабливаясь к горным и пустынным местностям, характерная особенность флоры различима. Некоторые пустынные растения имеют мелковатые листья с иголками, способствующие меньшему испарению, корни длинные, разветвлённые, позволяющие доставать воду из глубин земли. Древесная растительность не имеет массивный рост в горах Таджикистана, а растёт по склонам хребтов, в ущельях и местами встречается переходящей в леса. Как и другие горные страны, Республика Таджикистан, имея сложную орографию, рельеф и неоднородность климатических условий, растительный мир, делится на поясные

этажи. Таких ботанических округов в стране всего 9. Кураминский округ, охватывая южные склоны Кураминского хребта, богат согдианской полынью, пустынной осокой, живородящим мятликом, арчовниками и т.д. Наверху этого невысокого хребта растут типчаковые степи с колючими подушками эспарцета и акантолимона. Туркестанский округ, занимая северные склоны Туркестанского хребта, как и в предыдущем районе, богат полынью согдианской, полынью тонколистной, типчаковыми степями и арчовниками. Зеравшанский округ, расположенный в бассейне реки Зеравшан, по растительной части очень близок к Туркестанскому, но арчи здесь мало и не составляет отдельного пояса.

Гиссаро-Дарвазский округ охватывает южные склоны Гиссарского хребта, западной части хребта Петра Первого и северную часть склон Дарваза. С большим количеством осадков заметна богатая флора. Пырейные полусаванны с единичными деревьями, широкими древесно – кустарниковыми видами, а также орехом, кленами характерна эта поясная этажность. Южно-Таджикский округ, занимая юго-западную часть территории Таджикистана, имеет однообразную растительность. Здесь располагаются осоковые и мятликовые эфемеретки с фиштакками, а также арчовники. Восточно-Таджикский округ очень сходен с Гиссаро-Дарвазским округом, но беден по растительности. Бадахшанский округ занимает Ванчский, Ваханский, Рушанский, Шугнанский - западные районы Памира. В нижней части гор расположены пустынная полынь, полынь Лемана и Памирский акантолимон. Памирский ледниковый округ, который занимает район ледника Федченко, флору можно заметить на участках свободных от покрытых ледника мест. Памирский округ расположен в высокогорных восточных частях Горно-Бадахшанской автономной области. Здесь распространены терескеновые аяниевые, полынные растения. В каждом из ботанических округов сформированы своеобразные типы растительности, выделенные пожизненной формой сообществ, по их приспособляемости к условиям внешней среды и по вегетационным ритмам [7, с. 20]. Древесно-кустарниковая растительность Таджикистана замечательна большим разнообразием своего видного состава. Широколиственные и мелколиственные листопадные деревья

влаголюбивы с длительным зимним покойным характерным очертанием.

Почва – предопределяется физико-географическим, природно-климатическим, а также расположением местности от значимости рельефа.

Республика Таджикистан, находясь в зоне пустынь Евразии, засушливости климата и горного рельефа, имеет характерные свойства разновидности почвенных покровов. Почвенный покров можно подразделить на следующие вертикальные пояности. Северный Таджикистан и Зеравшанская долина, имея общий тип пояности, разделяется на следующие пояса: сероземные и серо – бурые почвенные пояса, пояс горных светло-коричневых почв, пояс арчовых лесов, пояс высокогорных степных почв. В Гиссарской долине и на территории, рядом с ней находящихся хребтов, характерны сероземные, темно-сероземные почвенные породы. На нижних частях наблюдаются сероземно – луговые почвы. (светло-темные). Засаленных почв не наблюдается, при наличии перстных грунтовых вод. Темно-сероземные и слабосмытые наблюдаются на склонах высоких адыров, а сильносмытые - на крутых склонах.

Коричневый почвенный покров, который целесообразно использовать при возделывании ценных лесных и садовых культур, можно встретить на высоте от 2000 до 2700-3000 метров. Высокогорные лугово – степные почвы находятся на высоте свыше 2700 до 3300 метров. Юго-западная часть территории занята сероземно светлого типа почвами высотой до 500 метров, а выше него до 700 метров, проявляются темно сероземные типы почв. На этой территории вблизи рек Вахш, Кафарниган, где речные террасы покрыты песком, развеваемыми ветрами, характерна песчаная почва. В северо-восточную часть входят горные коричневые почвы. В районе Каратегино- Дарваза характерны коричневые и высокогорные лугово – степные и степные почвы, находящиеся на высоте 1200 – 1500 до 2700-3000 метров над уровнем моря. В Западном Памире рассматриваются следующие типы почв: горные светло-коричневые, высокогорные, занговые, высокогорные степные, высокогорные лугово-степные, высокогорные пустынно-степные, а на Восточном - высокогорные пустынные и пустынно степные. Сложность обуславливается разнообразием почв. Кроме того, имеются гидроморфные почвы

(луговые, лугово-болотные, торфяно-болотные, солончаки.) [7, с. 17]. Горно-светло коричневые почвы Западного Памира поднимаются по склонам до 3200-3400м. Занговые типы встречаются на высоте от 3400-3600 до 4500-4700 метров над уровнем моря. Высокогорные пустынные почвы развиты на высоте от 3300 до 4700-4800 метров над уровнем моря. Среди других почвенных пород сероземы являются основным зональным типом. Образуются при высоких температурах лесов, долин и низких предгорий. Важны в сельской местности лесостепные и горностепные почвы. В большинстве случаев для городских условий почвы требуют проведения агротехнических мероприятий для подготовки их к посадкам культурных растений.

Температурный режим - Республика Таджикистан, находясь на самых южных широтах Средней Азии, будучи высокогорной страной, имеет разнообразный климат местности: субтропический в низких долинах, умеренно тёплый в средних ярусах гор и холодный в их высоких частях. В целом климат очень континентальный, что приводит к большим сезонным перепадам температур. Температурный режим местности проявляется из-за к горной топографии страны диапазоном высот 290–7114 м., так как горы занимают 93% территории страны. На западе Таджикистан открыт для влажного Средиземноморья и каспийских ветров зимой. Летом юго-западная часть сильно подвержена влиянию сухих тепловых волн пустынь Афганистана, Туркменистана и Узбекистана. Это приводит к большим пространственным изменениям температур и типам климата между западной и восточной частью страны. Зимы суровые, и абсолютный минимум температура может достигать -63°C на Восточном Памире, тогда как в течение лета температура может обычно превышать 40°C в низкогорных районах на юго-западе [9, с. 13]. Тёплый период в стране длится около 8-9 месяцев. Продолжительность теплых дней достигает 50-90, жарких 40-70, перегревных 0-90. Абсолютный максимум температуры воздуха в Душанбе в течение года изменяется от $+10^{\circ}\text{C}$ в январе, до $+43^{\circ}\text{C}$ в летние месяцы. Абсолютный минимум температуры изменяется -10°C , в июле от $+18^{\circ}\text{C}$ до $+12^{\circ}\text{C}$. В Таджикистане очень редки пасмурные дни, их можно наблюдать зимой, весной и в наиболее влажные периоды года. Количество годовой суммарной радиации на равнинной

территории республики в безоблачном небе достигает 145-150 к.кал / см², а высокогорных районах 195-220 ккал / см². Количество рассеянной радиации, соответственно, составляет 37-38 и 22 ккал / см². Температура воздуха в разных зонах республики неодинакова. Средняя температура июля на Анзобском перевале +9,7С°, на леднике Федченко +3,6С°, а в январе, соответственно, -12,1С° и 17,1С°. Средняя температура июля в Мургабе 13,5°, в январе +17,6С°, абсолютный минимум - 47С°. Самая низкая температура наблюдалась на озере Булункуль - 63С°. Самые высокие среднегодовые температуры наблюдаются в долинах юго-западного Таджикистана: Вахшской, Нижнекафирниганской и Кызыль-Суйской от 16 С° -17С°. Среднегодовая температура в Душанбе +14,5С°. Также для республики характерно резкое колебание месячных температур. Среднемесячная температура в городе Душанбе за последние 10 лет (2004-2013): январь +3,1С°, февраль +5,9С°, март +12,2С°, апрель +16,7С°, май+21,0С°, июнь 25,4С°, июль +27,0С°, август +26,5С°, сентябрь +22,0С°, октябрь+16,3С°, ноябрь+10,8С°, декабрь+5,6С° [8]. В Гиссарской долине среднемесячная температура воздуха в летнее время достигает +27,6 С°.

Ветровой режим. Для климатических условий территории Таджикистана характерна неоднородность воздушных циркуляций, поскольку наличие обширных горных высокогорных систем, близость азиатских пустынь создают большое разнообразие климатических контрастов. Ветровой режим, относясь к наиболее важным элементам, к дополнению климата местности, характерен для переноса влаги и тепла, образования и рассеивания облаков и туманов, изморози, транспирации в растениях, скорости охлаждения поверхности почвы и воды, переноса пыли и дыма, продукта вулканического, извержения и термоядерного распада, опыления растений, самочувствия людей, а также ветровой режим учитывается проектировщиками при постройке зданий и сооружений быстрорастущего города Душанбе. Из-за сложности и пересеченности рельефа на территории долинные районы Южного Таджикистана и районы города Душанбе характеризуются малыми скоростями ветра. В теплое полугодие преобладает континентальный тропический воздух, в холодное время - воздушные массы

умеренных широт. Для равнинной территории Таджикистана в холодное время года характерно преобладание ветров, дующих в юго-западном и южном направлении со среднемесячными скоростями на западе 5-6,5 м/сек, на востоке 4-4,5 м/сек. В теплое время года преобладающие ветры имеют более разнообразное направление: северо и северо-западное направления. На остальных территориях преобладают северо-восточные. Среднемесячная скорость преобладающих ветров в северо-западной части равнин - 5,5-7 м/сек, в юго-восточной до 2-5 м/сек. В предгорных и горных районах происходят местные циркуляции, часто меняющие характерные черты. В пустынных и полупустынных районах распространены пыльные бури.

Атмосферные осадки, влажность воздуха. Основным источником влажности являются осадки. Количество осадков в основном определяется глобальной атмосферной циркуляцией и орографическими особенностями местности [6, с. 10]. Вследствие незначительного количества осадков в тёплый период, зимне-весенние осадки обуславливают запасы продуктивной влаги, используемой естественной и культурной растительностью [7, с. 68]. Наибольшее количество осадков в первых десяти районах приходится на зимние и весенние сезоны. Количество осадков варьирует в широких пределах: на Анзобском перевале 379 мм, а на леднике Федченко - 1186мм в год. Из-за орографической затененности и большой высоты местности в Восточном Памире наблюдается наименьшее годовое количество осадков в районах Кара-Куле и Мургабе, где годовая сумма осадков равна 71-73мм. Они считаются одними из сухих районов Средней Азии. В основных районах республики в течение весны выпадает 40-50% всей годовой суммы осадков, а за зиму и весну до 90%. Летние и осенние осадки невелики и в отдельных районах составляют всего 10-15%. Малое количество осадков получают внутренние районы обширных горных массивов, замкнутые и очень узкие долины среди гор, особенно глубокие котловины территории республики. Также засушливость местности наблюдается в южных районах Таджикистана, где годовое количество суммы осадков составляет 150 мм или более. Удаленность территории Республики Таджикистан от океанических пространств определяет чрезвычайно низкую влажность

воздуха. Если в северо-западной части у берегов Аральского моря влажность воздуха достигает самых высоких показателей 50%, то по мере удаления от моря она снижается до 30%. В пустынной и включительно предгорной зонах влажность воздуха очень низка – 20% и лишь в восточной и юго-восточной части республики по мере увеличения количества атмосферных осадков влажность воздуха снова повышается до 30%.

Таким образом, особенности природно-географического положения территории Республики Таджикистан, его сложные природно-климатические условия, характеризуются неоднородностью геоморфологического строения, водного режима и почвенно-растительного состава; большой продолжительностью летнего периода, повышенной солнечной радиацией, резким колебанием температур, минимальной влажностью и количеством осадков, неравномерностью ветрового режима. Особенные трудности для формирования ландшафта городов определяют острую необходимость изучения возможностей его совершенствования, создания разнообразия при создании комплексного благоустройства и озеленения в городах Таджикистана.

Литература:

1. Рацек В. По дорогам Средней Азии (Фергана-Алай-Каратегин-Гиссар). – М. 1972. – 110 с.
2. Мамаджанова М. Ю., Промтов А. Н., Рахимов М. Р. и др. Советский союз. Таджикистан. Монография / Мамаджанова М. Ю., Промтов. – Душанбе: Изд. «Мысль», 1968. – 236 с.
3. Яблоков А.А. Ледники - водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата./ Яблоков А.А «Проект вода в Центральной Азии» / Государственное учреждение по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. – Душанбе, 2010. – 35 с.
4. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан / Охрана окружающей среды в РТ. / Хочаев З. А. – Душанбе: Управление оперативной полиграфии ГВЦ, 2015. – 60 с.
5. Солоков Э.М., Володин Н.И., Пашков В.П. Защита водного бассейна. Учеб. Пособие/Э.М. Солоков, Н.И. Володин, В.П. Пашков. – Тула. 1999. – 129 с.
6. Яблоков А.А. «Проект вода в Центральной Азии» /Ледники - водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата. Государственное учреждение по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан./ Яблоков А.А. – Душанбе, 2010. – С. 35.
7. Брудная А. Ф., Овчаренко Л. А. Агроклиматические ресурсы. Часть 1. / А. Ф. Брудная, Л. А. Овчаренко. – Волгоград: Изд. «Волгоградская правда», 1976. – 215 с.
8. Климат Душанбе. Таблица 10 лет (2004-2013) [электронный ресурс] / URL: www.weatheronline.co.uk / (Дата обращения 05.09.2019 г.)
9. Muzaffar Shodmonov, Nasimjon Rajabov and Ari Venalaymen /Features of Tajikistan’s past and future climate/ Muzaffar Shodmonov, Nasimjon Rajabov and Ari Venalaymen / Royal Meteorological Soceinty J. Climatol. //Published online in Wiley Online Library/(wileyonlinelibrary.com) DOI:10.1002/joc.5135/. 2017. – P. 13.

ШАРОИТИ ТАБИИЮ ИҚЛИМӢ БАРОИ МУАЙЯН НАМУДАНИ УСУЛИ МЕЪМОРИЮ ЛАНДШАФТ ДАР ТАЪСИСИ ШАҲРҲОИ ТОҶИКИСТОН С.Р. Муқимова, Р.Қ. Муҳиддинова

Дар мақола шароити табию иқлими Тоҷикистон, аз қабилӣ рельеф, манбаҳои об, наботот ва хок, ки услуби меъморӣ ландшафти шаҳрҳоро муайян мекунад, баррасӣ карда мешавад. Мушкилоти махсус барои ташаккули ландшафти шаҳрҳо зарурати омӯхтани имкониятҳои комил барои фароҳам овардани маҷмӯи ободиторкуниро пеш меорад.

Калимаҳои калидӣ: табию иқлим, рельеф, меъморӣ, меъморӣ ва манзара.

NATURAL-CLIMATIC CONDITIONS DETERMINING THE ARCHITECTURAL- LANDSCAPE ORGANIZATION OF CITIES OF TAJIKISTAN

S.R. Mukimova, R.Q. Muhiddinova

The article discusses the natural and climatic conditions of Tajikistan, such as relief, water sources, vegetation and soil, which determine the architectural and landscape organization of cities. Particular difficulties for the formation of the landscape of cities and define the urgent needs to explore the possibilities of its improving to create a comprehensive beautification.

Keywords: climate, relief, architecture, architectural-landscape.

Сведения об авторах:

Мукимова Сайёра Рустамовна – доктор архитектуры, и.о. профессора кафедры

«Архитектура и дизайн» ТТУ им. академика М.С. Осими, тел: +(992) 907-72-19-06
E-mail: msayora72@mail.ru

Муриддинова Рухшона Кутфиевна - соискатель кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ им. академика М.С. Осими, тел: +(992) 985-63-89-88. E-mail: rmukhiddinova@inbox.ru

АЛОҚАМАНДИИ ТАЪЙИНОТИИ ГУРҶҲҲОИ АСОСИИ ХУЧРАҲОИ МАКОТИБИ ШАБОНАРҶЗИИ МАХСУС БАРОИ КҶДАКОНИ МАЪЮБ

Ф.Н. Ҳасанов, Н.Қ. Файзуллозода

Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АИ ҚТ

Дар мақола оид ба масъалаҳои муолиҷа ва барқароркунии саломатии кӯдакони маъюб мутобиқ бо қонунгузориҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки дар макотиби шабонарӯзии махсус амалӣ карда мешаванд, мавриди баррасӣ қарор гирифтааст.

Дар мақолаи мазкур дурустӣ ва самаранокии ҷойгиршавии байниҳамдигарии хучраҳо танҳо бо омилҳои педагогӣ ва тиббӣ, ба монанди: таъсири речаи рӯз ба шумораи рафтуоии тарбиягирандагон, ки дар муддати шабонарӯз байни блокҳои хучраҳои функционалии алоҳида амалӣ менамоянд; корҳои синфӣ ва берунасинфӣ, ки бандшавии хучраҳоро муайян мекунад, оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: макотиби шабонарӯзии махсус, кӯдакони маъюб, таълим, тарбия, табобат, муҳити меъморӣ, биноҳо.

Дурустӣ ва самаранокии ҷойгиршавии байниҳамдигарии хучраҳо дар дохили бинои макотиби шабонарӯзии махсус (МШМ) барои кӯдакони маъюб бояд дар асоси омилҳои раванди педагогӣ ва тиббии зерин муқаррар карда шаванд:

-таъсири речаи рӯз ба миқдори рафтуомади тарбиягирандагон, ки дар муддати шабонарӯз байни блокҳои хучраҳои функционалии алоҳида амалӣ мешаванд;

-корҳои синфӣ ва берунасинфӣ, ки бандшавии хучраҳоро муайян мекунанд;

-ташкили муносиби раванди таълиму тарбия ва табобату барқароршавӣ барои омӯзгорону мураббӣён;

-таъсири рӯҳии ташаккули меъмории фазои бинои МШМ.

Бо назардошти хучратҳои меъёрии дар мамолики собиқ Шӯравӣ, аз ҷумла Ҷумҳурии Тоҷикистон амалкунанда дар сурати таҳияи речаи рӯзона барои муассисаҳои мактабии кӯдакони маъюб, речаи кории рӯзонаи мактаб-интернати таҳсилоти умумии муқаррарӣ ҳамчун асос қабул шудааст, ки ба

онҳо ислоҳоти ҷузъӣ вобаста ба давомнокии зисти кӯдакон дар фазои кушод ворид шудаанд.

Таҳлил ва омӯзиши ҷадвали истифодабарии хучраҳо дар як шабонарӯз, ки дар асоси «Речаи намунавии рӯз» сохта шудааст, нишон медиҳад, ки қариб 9 соати қисми асосии вақти рӯзонаро тарбиягирандагон дар блоки синфхонаҳо мегузаронанд. Дар он дарсҳои таълимӣ, иҷро намудани вазифаи хонагӣ, қисми кори маҳфилҳо ва дигар корҳои берунасинфӣ гузаронида мешаванд.

Ба ғайр аз ин агар дар муассисаҳои муқаррарӣ аз рӯйи қоида истифодабарии хучраҳои хоб танҳо ҳангоми хоби шабона иҷозат дода шуда бошад, дар муассисаҳои мазкур бошад, бо назардошти бемории тарбиягиранда хучраҳои хоб бояд барои истироҳати рӯзонаи ӯ низ истифода бурда шаванд.

Умуман, ҷӣ тавре ки таҳқиқоти макотиби шабонарӯзии махсуси амалкунанда ва таҳлили речаи рӯз нишон доданд, ҳар як хонанда дар давоми рӯз бояд аз 9 то 13 маротиба аз синфхонаҳо ба хучраҳои хоб ва баръакс рафтуомад намояд.

Бо назардошти ҳолати саломатии тарбиягирандагони муассисаҳои мазкур дарозӣ ва мушкilotи ин гузаришҳо бояд камтарин бошанд. Дар асоси талаботи ҷудонамоии ҳаياتи тарбиягирандагон вобаста ба синну сол ва хусусиятҳои бемории онҳо, ҷойгирони хучраҳои блоки синфхонаҳо дар назди хучраҳои хоб ва бо ин роҳ пайдо намудани унсурҳои сохтори ибтидоӣ – қисм (унсур)-и таълимӣ-истикоматӣ мувофиқи мағлаб мебошад. Ин унсурҳои сохторӣ синфхонаҳо, хучраҳои хоб ва ёридохандаро якҷоя намуда, хучраҳои истироҳатӣ (рекреатсионӣ), қисмҳои санитарӣ (ҳочатхонаҳо ва хучраҳои шустушӯӣ) хучраҳои нигоҳдорӣ ва хушккунии либос,

хучраи мураббӣ ва анборхонахоро барои гурӯҳҳои тарбиягирандагон иборат аз ду синф, ки барои 24 (12+12) хонанда ё 32 (16+16) хонанда пешбинӣ гаштаанд, дар бар мегиранд.

Ба ҷуз аз зарурати кам намудани ҷадвали рафтуомадҳо, ташкил додани қисми таълимӣ-истикоматӣ барои аз тарафи омӯзгорон ва мураббӣён дар сатҳи баланди педагогӣ амалишавии раванди таълиму тарбияро таъмин менамояд. Ҳаҷми асосии кори таълиму тарбия бо хонандагон дар гурӯҳҳои тарбиявӣ, ки онҳо асосан аз ду синф иборат мебошанд, гузаронда мешаванд.

Омили муҳим дар зиндагии тарбиягирандагонии МШМ барои кӯдакони маъҷуб таъсири психологӣ ташаккули меъмурии фазои муҳит ба мафкураи онҳо мебошад.

Кӯдакони маъҷуб дар макотиби шабонарӯзӣ солҳои тулонӣ зиндагӣ мекунанд ва ҷӣ хеле ки таҳқиқот нишон доданд, онҳо ҷое надоранд, ки дар танҳои нишаста, ба наздиконашон мактуб навсанд, дар шароити ором китоб мутолиа намоянд ё ин ки ақаллан дар хомӯшӣ оромона истироҳат намоянд. Ҳангоми истеъмоли хӯрок онҳо дар байни 80-100 нафар, дар синфхона дар байни 12-16 нафар хонанда, дар вақти гузаронидани чорабиниҳои берунасинфӣ, ки метавонанд 20-80 нафарро дар бар гиранд, ҳангоми ба хоб омода шудан дар меҳмонхонаҳо 30-40 нафар кӯдакон, дар вақти танаффус дар байни 60-80 нафар хузур доранд.

Мутахассисони соҳаи беҳдоштӣ (гигиена) муқаррар кардаанд, ки истиқомати дуру дарози ҳатто кӯдакони солим дар байни нафарони зиёд ба саломатӣ, ба инкишофи руҳӣ ва мувофиқан ба организми онҳо умуман метавонад таъсири манфӣ расонад.

Аз нуқтаи назари амалӣ гардидани давраи таъйиноти асосӣ «Таҳсил – маишат» ҷойгиркунии тарбиягирандагон дар унсурҳои таълимӣ-истикоматии алоҳида сарбории муътадил ва яхелаи хучраҳоро таъмин мекунанд.

Дар унсурҳои таълимӣ-истикоматӣ алоқамандии дохила хеле осон мешавад, ки он барои кӯдакони нуқсондошта бисёр муҳим аст. Ҷӣ қадаре ки доираи ҳаракаткунӣ васеъ бошад, ҳамон қадар мавқеъмуайянкунии тарбиягирандагон дар муҳити он мушкул мегардад [1].

Аз нуқтаи назари психологӣ низ ҳалли ин масъала ниҳоят муҳим мебошад. Ҳар як одам ва хусусан ҳар як кӯдак мехоҳад “хонаи худ”-ро дошта бошад. Кӯдак наметавонад ин ақидаро дар макотиби шабонарӯзӣ, ки садҳо кӯдакон, мураббӣён ва омӯзгорон фаъолият

доранд, истифода бурда, ҳатто хучраи хобашро наметавонад «хонаи худ» ҳисобад, чунки ӯро ба он танҳо шабона роҳ медиҳанд.

Унсурҳои таълимӣ-истикоматиро бо шумораи на он қадар зиёде азъоёнаш, ки якдигарро хуб мешиносанд, мураббӣ-рафиқи доимӣ-шон ҳамеша бо онҳост, бо «манзили калон», ки дар он “оилаи калон” зиндагӣ мекунанд, муқоиса кардан мумкин аст. Ин унсур ана ҳамон «хонаи худ» барои тарбиягирандаи муассисаи шабонарӯзӣ мебошад [2, 3].

Дар бинои истиқоматӣ гурӯҳи хучраҳо, ки аз 3-4 хучраҳои хоб, қисми санитарӣ ва меҳмонхона ба унсурҳои таълимию истиқоматӣ барои яке аз синфҳои ибтидоӣ мубаддал гардонида шудааст. Барои синфхона яке аз хучраҳои калон ҷудо шуда, ҷойи хоби писарон ва духтарон дар қисматҳои гуногуни меҳмонхона-рекреатсия ҷойгир буданд. Дар унсур дар хучраи мураббӣ навбатдор либосхонаи на он қадар калон пешбинӣ карда шудааст.

Албатта шароити мувофиқкунии хучраҳо барои таъйиноти нав бо риоя нагардидани як қатор талаботи гигиенӣ алоқаманд аст. Аз ҷумла, тамоюли нодурусти тирезаҳои синфхона, мавҷуд набудани хушккунакҳо дар либосхонаҳо ва ғайра. Аммо ҷӣ тавре ки доктори илмҳои тиб Кореневская Е.И. қайд мекунанд, омӯзиши натиҷаи таҷриба нишон дод, ки “дар унсурҳои таълимию истиқоматӣ шароитҳои раванди таълиму таъбат ва зиндагонии хонандагон бештар ба ҳаёти хонагӣ (оилаи калон) наздик мешавад, имконият барои истифодабарии мутаносибии ҳамаи хучраҳо – синфҳо, рекреатсияҳо, хучраи хоб ва аз ҳама муҳим, истифодабарии ҳавои тоза осон мешавад”.

Таҳқиқот муайян сохтанд, ки таъмини дуруст ва самараноки алоқамандии таъйиноти гурӯҳҳои асосии хучраҳои макотиби шабонарӯзӣ махсус барои кӯдакони маъҷуб аз ошённокии биноҳои муассиса вобастагии бевосита дорад. Он бояд дар асоси омилҳои зерини гигиенӣ ва педагогӣ, бе назардошти талаботи иқтисодӣ муайян карда шавад (расми 1):

-дигаргуншавии фаъолияти кори организми тарбиягирандагон дар вақти ҳаракат ба боло, дар сатҳи нишеб ва зина;

-тағйирёбии речаи ҳароратӣ ва бактериалогии фазо бо зиёдшавии микдори ошёнҳои бино;

-таъсири истироҳати тарбиягирандагон дар ҳавои кушод ба дараҷаи азхудкунӣ ва донишандӯзии хуби онҳо;

-суръати ҳаракати кӯдакони маъҷуб дар сатҳи ҳамвори уфукӣ ва зина;

-ташкили ҷойҳои либоскашӣ ва баромад-гоҳҳо аз бино ба тарзи марказонидашуда ва ғайримарказонидашуда;

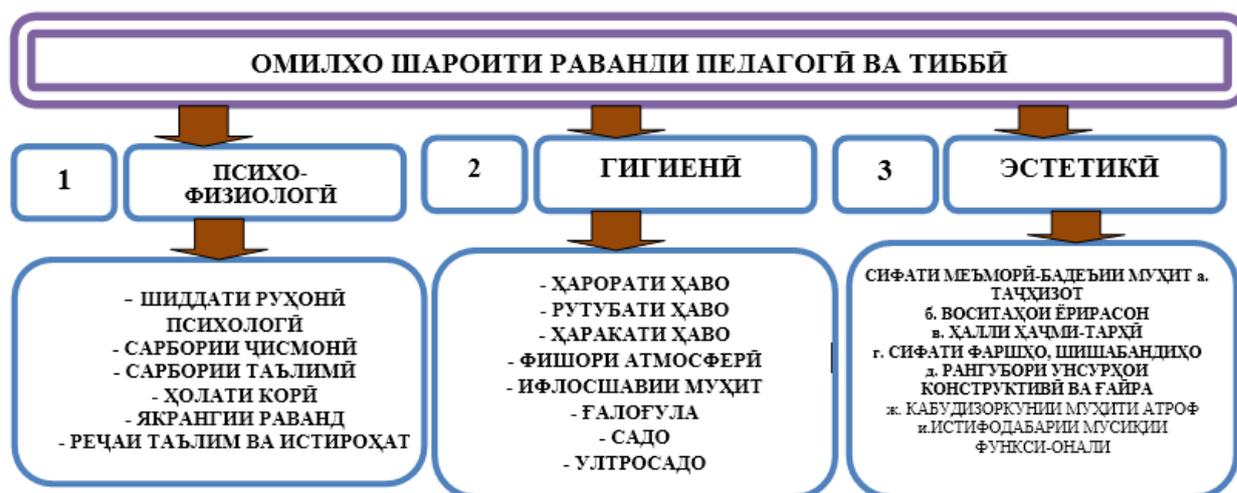
-вакти меъёрии таҳлия (эвакуатсия)-и тарбиягирандагон аз бино ба берун дар ҳолатҳои садамавӣ ва ғайриоддӣ.

Таҳқиқоти муассисаи худмухтори давлатии федералии “Маркази миллии табобатӣ ва таҳқиқоти тандурустии кӯдакон”-и Вазорати тандурустии Федератсияи Россия, ки дар мактаб-интернатҳои таълимашон умумии муқаррарӣ мегузарад (дар системаи анъанавии ҷойгиршавии қисматҳои таълимӣ, хобгоҳ, ошхона дар иморатҳои алоҳидаи 4 ва 5-ошёна) нишон

доданд, ки хонандагон ва омӯзгорон дар як рӯз мачбуранд, то 40 ошёна масофаро тай намоянд [4].

Бояд қайд намуд, ки албатта чунин ҳолат ба саломатии хонандагон таъсири манфӣ мерасонад. Таҳқиқоти Донишкадаи илмӣ-таҳқиқотии гигиенаи кӯдакон ва наврасон омили дигареро ҳам исбот мекунад, ки ҳолати муҳити фазоии ҳароратӣ ва бактериологӣ дар хучраҳои таълимии ошёнаҳои боло (ошёнаи 4-5) бад мешавад.

Вобаста ба ин дар МҚС ҚТ 31-03-2018 «Муассисаҳои таҳсилоти умумӣ» б. 7.2 дар назар гирифта шудааст, ки сохтмони биноҳои муқаррарии мактаб-интернатҳои таълимашон умумиро бо шумораи на аз 3 ошёна зиёд амалӣ намудан мумкин мешавад [5, 6, 7].



Расми 1. Омилҳои шароити раванди педагогӣ ва тиббии муассисаҳо таъмин менамоянд.

Хусусиятҳои физиологии инкишофи кӯдакони маъҷубро ба назар гирифта, тахмин кардан дуруст аст, ки таъсири омилҳои манфии дар боло зикршуда ба онҳо дучанд мешаванд. Масъалаи муайян намудани ошённокии мусоидтарини биноҳо, бо ташкилии алоқаи хучраҳо бо қитъаҳои назди мактабӣ вобастагии зич дорад.

Аҳамияти гузарондани чорабиниҳои тандурустӣ дар ҳавои тоза ба ҳама маълум аст. Ҳанӯз дар садсолаҳои XIX ва XX педагоги машҳур Дейджет чунин тачрибаро гузаронда буд. Вай синфашро, ки дар хониш муваффақиятҳои хуб надошт, ба ду гурӯҳ тақсим кард. Барои як қисми кӯдакон ними вақтро барои машғулиятҳои таъйин намуда, ними вақти дигари онро барои он вогузошт, ки бояд дар ҳавои тоза бозӣ мекарданд. Дар натиҷа дар охири сол маълум гашт, ки кӯдакони ду баробар кам бо дарсҳои машғул буда, аммо дар ҳавои тоза бозикарда назар ба кӯдаконе, ки тамоми рӯз бо дарсҳои машғул

буданд, дар хониш муваффақиятҳои хубро ноил гаштанд [8]. Маълумоти педагогӣ ва гигиени объективӣ фикрҳои умумиро нисбат ба пасткунии ошёнҳои биноҳои МШМ муайян менамоянд.

Шумораи аниқтари эҳтимолии ошёнҳои барои муассисаҳои шабонарӯзии иҷтимоӣ барои кӯдакони нуқсонӣ ҷисмонӣ ва руҳидоштаро вобаста ба мақсади асосии тиббӣ-педагогӣ кам кардани шумораи ошёнҳо, таъмин намудани алоқа бо қитъаи замин муайян кардан мумкин аст. «Алоқамандии ҳамаи хучраҳои асосии бино бояд чунон зич бошанд, ки хонандагон тавонанд дар вақти ҳавои гарм ҳар танаффус ва дар фасли зимистон ақаллан дар танаффусҳои калон ба ҳавои тоза бароянд» [9, сах. 170]. Чунин алоқамандиро дар шароитҳои зудамали баровардани кӯдакон аз биноҳои МШМ дар ҳолатҳои садамавӣ таъмин кардан мумкин аст.

Аз ҳамаи шаш омилҳои дар боло зикршуда ба ошённокии биноҳо таъсирбах-

шандатаринаш вақти муқарраршудаи тахлия барои баровардани кӯдакон аз бино ба берун асоситарин ба ҳисоб меравад. Ин ҳолат бо он маънидод карда мешавад, ки вақти тахлия зери таъсири ҳамон панҷ омили дигар ташаккул меёбад ва муайян карда мешавад.

Мутахассисони соҳаи беҳдошт (гигиенистон) муқаррар карданд, ки барои барқарор кардани қобилияти қорӣ ба хонандагон лозим меояд, ки баъди дарсҳо ақаллан даҳ дақиқа дам гиранд. Гузаронидани ин гуна танаффусҳои даҳдақиқина дар ҳавои тоза самарабахштарин мебошад. Барои ба ин мақсад расидан дар давраи тобистона (бе истифодаи ҳуҷраи либоскашӣ) вақти тахлия ва баргардонидани кӯдаконро ба дохили бино ҳамагӣ дар 2 дақиқа таъмин намуда, 8 дақиқаи боқимондари хонандагон бояд дар саҳни ҳавлии мактаб гузаронанд.

Барои ҳаракат дар як самт қариб як дақиқа ҷудо карда мешавад. Дар ин муддат кӯдакони бемории дараҷаи гуногундошта, ки суръати гуногуни ҳаракаткунӣ доранд, метавонанд масофаи гуногунро тай намоянд, ки он метавонад меъёри дурии синфхонаҳо, яъне меъёри шумораи ошёнаҳои бино бошад.

Дар мавриди ташкил кардани шароитҳои ҳаракати озод зичӣ $D=0,05$ мебошад. Ба ин зичӣ васеъгии хурдтарини роҳрав ва печи зинаҳо 1,8 м мувофиқ аст, ки бо васеъгии дукаратаи $a_3=0,9$ м-ро дар ҳолати зарурати аз якдигар пеш кӯдакон ё ин ки дар вақти ҳаракати муқобили ду кӯдак, ки андозаҳои калонтарини антропометриро дар нақша доранд, муайян мегардад.

Муайянсозии шумораи ошёнаҳо, ки дар боло зикр шудаанд, дар шароити ҳаракати озоди хонандагон (бо $D=0,05$), дар ҳудуди унсурҳои таълимию истиқоматӣ, ки кӯдакон дар он ҷо қисми зиёди вақташонро мегузаронанд, иҷро шудаанд (то 80%).

Дар гурӯҳҳои ҳуҷраҳои умумимуассисавӣ, ки кӯдакон ба он ҷо номурақтаб меоянд, чараёни ҳаракат бо зичии хеле зиёд роҳ дода мешавад. Ҳисоби ин гуна ҳаракат дар асоси ҳуҷраҳои диссертатсияи Ерёмченко Н.А. [11] бо усули д.и.т. профессор В.М. Предтеченский [10] дар асоси андозаҳо ва суръати ҳаракатҳои кӯдакони маъҷуб, ки профессор Степанов В.К. муайян намудааст, тавсия дода мешавад.

$$t = \sum \frac{l}{v} * \frac{i}{\mu n} + \sum \frac{N}{\mu n} \left(\frac{1}{Q_{n+1}} - \frac{1}{Q_n} \right) \leq t_{np}$$

дар ин ҷо

t – вақти тахлия (эвакуатсия);

L – дарозии китъаи роҳ бо м.;

V – суръати ҳаракат бо м/дақ;

N – шумораи ҳисобии чараёни одамон дар 1 м²;

Q – қобилияти гузарониш бо м²/дақ.;

μ – коэффитсиенти шароити ҳаракат (садамавӣ $\mu = 1,2 - 1,5$, муътадил $\mu = 1$, бароҳатона $\mu = 0,8$, уфукӣ, болобарой, ҳамгашт);

η – коэффитсенти шароити ҳаракат, ки аз нишондоди ҷисмонии одамон вобаста аст (ҷавонон, кӯдакон, маъҷубон ва ғайра). Имконияти роҳдихӣ (QJ – шумораи одамон, ки дар воҳиди вақт аз “буриш”-и роҳ мегузаранд (қисмати хеле ками дарозии роҳ);

$Q = DV\delta$ м²/дақ, ки D -зичии чараёни одамон;

δ - паҳноии гузаргоҳ, м.

Зичии чараёни одамонро чунин муайян мекунем:

$$D = \frac{N}{\delta l} \text{ одам/м}^2 \text{ ё } D = \frac{\sum f_m}{\delta l} \text{ м}^2/\text{м}^2$$

Суръати ҳаракати (V) кӯдакони маъҷуб, шумораи кӯдакон, ки дар ҳаракатанд ва масоҳати бадани кӯдаконро дар проексияи уфукӣ (f) доништа, мо метавонем вақти тахлияро аз бино бо назардошти андозаҳои муайяни l ва δ ҳисоб намоем.

Адабиёт:

1. Браф П.Г. Физическая окружающая среда и люди с нарушениями зрения. Перевод с шведского 1978, № А-49442, Всесоюзный центр переводов. BRAF P. The Physical Environment and the visuelle impaired 1974
2. Степанов В.К. Вопросы проектирования спецшкол-интернатов. В сборнике Учебно-воспитательные здания. ЧССР, Брно, 1980.
3. Хасанов Н.Н., Зоиров Э.К., Ахмад Джовид. Структура зданий социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 1. № 1 (45). С. 125-130. - г. Душанбе: 2019.
4. Методы обучения аномальных детей. Сборник статей под редакцией Дьячкова А.И. и пр. И., Просвещение, 1965.
5. Хасанов Н.Н., Шокиров Р.М., Ахмад Джовид. Принципы проектирования социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью//Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 1. № 1 (45). С. 125-130. - г. Душанбе: 2019.
6. Градостроительные нормы и правила Республики Таджикистан ГНиП РТ 31-03-2013. «Общеобразовательные учреждения»

Комитет по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан, Душанбе. Издательство: ГУП «НИИСА», «Издательский центр», 2017г.

7. Градостроительные нормы и правила Республики Таджикистан ГНиП РТ 35-01-2012 “Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения”. Комархстрой при Правительстве РТ. - Душанбе: 2012.

8. Гундобин Н.Г. Школьная гигиена. СПб, 1992.

9. Минх А. А. Ионизация воздуха в школах. Педиатрия, 1938, № 7-8.

10. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том II. Под общей редакцией проф. д.т.н. Предтеченского В.М.

11. Еремченко М. А. Движение людских потоков в школьных зданиях. Диссертация канд., МИСИ, 1978.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСНОВНЫХ ГРУПП ПОМЕЩЕНИЙ СПЕЦШКОЛ-ИНТЕРНАТОВ ДЛЯ ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ

Ф.Н. Хасанов, Н.К. Файзуллозода

В статье рассматриваются вопросы обучения, воспитания и лечения, а также социально-трудовой реабилитации детей-инвалидов, которые осуществляются на основе законодательных актов Республики Таджикистан, в стенах специализированных школ-интернатов.

В статье отмечено, что выявление наиболее рационального взаиморасположения помещений обосновывается только педагогическими и медицинскими факторами таких как: влияние режима дня на количество переходов, осуществляемых воспитанниками в течение суток между отдельными функциональными блоками помещений; классная и внеклассная работа, определяющая нагрузку помещений; удобство проведения учебно-воспитательного и лечебно-восстановительного процессов для учителей и воспитателей, а так же, психологическое воздействие

архитектурной организации пространства здания социального учреждения.

Ключевые слова: спецшкола-интернат, дети-инвалиды, обучение, воспитание, лечение, архитектурная среда, здания.

FUNCTIONAL RELATIONSHIPS OF BASIC SPECIAL BOARD INTERFACES GROUPS FOR DISABLED CHILDREN

F.N. Hasanov, N.K. Fayzullozoda

The article discusses the issues of training, education and treatment, as well as social and labor rehabilitation of children with disabilities, which are carried out on the basis of legislative acts of the Republic of Tajikistan, in the walls of specialized boarding schools.

The article notes that the identification of the most rational mutual arrangement of premises is justified only by pedagogical and medical factors such as - the influence of the daily regime on the number of transitions carried out by pupils during the day between the individual functional blocks of the premises; - Classroom and extracurricular work, determining the load of the premises; - the convenience of conducting educational and medical-rehabilitation processes for teachers and educators, as well as the psychological impact of the architectural organization of the space of the building of a social institution.

Keywords: special boarding school, children with disabilities, education, upbringing, treatment, architectural environment, buildings.

Маълумотнома дар бораи муаллифон:

Ҳасанов Фирдавс Нозимшоевич – меъморӣ дараҷаи якуми ҶСШК “Шахрофар”-и Кумитаи меъморӣ ва соҳтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Файзуллозода Нусратулло Қудратулло – меъмор, унвонҷӯи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АИ ҶТ. Телефон: +(992) 222-23-20. Email: aaaa.bbbb81@mail.ru Телефон: +(992) 902-00-00-89 Email: kapitelh@mail.ru

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В научно-теоретическом журнале Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. Таджикского технического университета («Паёми политехникӣ. Баҳши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ.») публикуются научные сообщения по следующим направлениям: энергетика, строительство и архитектура, транспорт, химическая технология и металлургия.

1. Статья, представленная в редколлегию, должна иметь экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати от учреждения, в котором выполнена данная работа, а также рецензию специалиста в данной области науки.

2. Редколлегия принимает статьи, подготовленные в системе Word, тщательно отредактированные и распечатанные в 2-х экземплярах через 1,5 интервала (размер шрифта кегль 14 Times New Roman), на белой бумаге формата А4 (297x210 мм), поля: левое - 30 мм; правое – 20 мм; верхнее – 30 мм; нижнее – 25 мм). Одновременно текст статьи представляется в электронном виде или присылается по электронной почте: nisttu1@mail.ru или fariduny@mail.ru

3. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), тексты резюме на таджикском и английском языках (не более 100 слов). Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

4. В правом углу статьи указывается научный раздел, в котором следует поместить статью. Далее в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже – полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные), краткая (5-7 строк) аннотация (курсив), ключевые слова. Сразу после текста статьи приводится список использованной литературы и указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование. Затем приводится аннотация на таджикском (редактор Times New Roman Tj), русском и английском языках.

5. Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation и Math Type (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактная информация.

7. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

8. Электронная версия опубликованной статьи размещается в сайте ТТУ имени академика М.С.Осими и в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

9. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

POLYTECHNIC BULLETIN

4(48)

2019

SERIES: ENGINEERING STUDIES

Published since
January 2008

SCIENTIFIC - TECHNICAL JOURNAL

ISSN 2520-2227

Founder and publisher:

**Tajik Technical University named
after academician M. Osimi
(TTU named after
acad.M.Osimi)**

EDITORIAL TEAM:

H.O. ODINAZODA

Corresponding member of Academy of Sciences of the Republic of
Tajikistan, Doctor of Technical Sciences, Professor - Chief Editor

M.A. ABDULLOEV

Candidate of technical sciences, associate professor, Deputy Chief Editor

A.J. RAKHMUNZODA

Candidate of technical sciences, associate professor, Deputy Chief Editor

A.B. BADALOV

Corresponding member of Academy of Sciences of the Republic of
Tajikistan, Doctor of Chemistry, professor

I.N. GANIEV

academician of AS RT, Doctor of Chemistry, professor

A.G. GIYASOV

Doctor of technical sciences, professor

R.A. DAVLATSHOEV

Candidate of technical sciences, Associate professor

T.J. JURAEV

Doctor of technical sciences, professor

V.S. IVASHKO

Doctor of technical sciences, professor (Republic of Belarus)

L.S. KASOBOV

Candidate of technical sciences, Associate Professor

T.I. MATKERIMOV

Doctor of technical sciences, professor (Kyrgyz Republic)

R.S. MUKIMOV

Doctor of Architecture, Professor

D.N. NIZOMOV

Corr. member of AS RT, Doctor of technical sciences, professor

F.I. PANTELEENKO

Doctor of Technical Sciences, Professor (Republic of Belarus)

A.I.SIDOROV

Doctor of technical sciences, professor (Russian Federation)

V.V. SILYANOV

Doctor of technical sciences, professor (Russian Federation)

A.G. FISHOV

Doctor of technical sciences, professor (Russian Federation)

M.M. KHAQDOD

Corr. member of AS RT, Doctor of technical sciences, professor

A.SH. SHARIFOV

Doctor of technical sciences, professor

D.H. SAIDZODA

Doctor of technical sciences, professor

A. AKBAROV

Doctor of Architecture, Professor

A. RUZIYEV

Candidate of technical sciences

M.YU.YUNUSOV

Candidate of technical sciences

Scientific directions of periodical
edition:

— 05.14.00 Energy

— 05.16.00 Metallurgy and Materials

— 05.17.00 Chemical technology

— 05.22.00 Transport

— 05.23.00 Construction and
Architecture

The certificate of registration of
organizations that have the right to
print in the Ministry of Culture under
number 0261 / JR from January 18,
2017.

Frequency of edition - quarterly.

Subscription index in the catalogue
"Tajik Post"-77762

Договор с Научно-электронной

Journal included in the Russian

scientific citation index

https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828

Договор -08/09-1 о включении жура в
Российский индекс

научноцитирования

A full-text version of the journal is
located at the site <http://vp-es.ttu.tj/>

Editorial address:

734042, Dushanbe,

10A, acad. Rajabovs ave.

Tel .: (+992 37) 227-01-59

Fax: (+992 37) 221-71-35

E-mail: nisttu1@mail.ru

Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при РТ.

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| Мухаррири матни русӣ: | М.М. Якубова |
| Мухаррири матни тоҷикӣ: | Ф.М. Юнусов |
| Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ: | С.Р. Чоршанбиев |
| Редактор русского текста: | М.М. Якубова |
| Редактор таджикского текста: | Ф.М. Юнусов |
| Компьютерный дизайн и верстка: | С.Р. Чоршанбиев |

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А

Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба матбаа 20.12.2019 супорида шуд. Ба чоп 23.12.2019 имзо шуд.

Чопи офсетӣ. Қоғази офсет. Андозаи 60x84 1/8

Адади нашр 200 нусха.

**Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А**